

**MEJORAMIENTO DE LA CONSERVACIÓN DEL “BOLLO DULCE DE
MAÍZ” PRODUCIDO EN EL CORREGIMIENTO DE MARTÍNEZ (CERETÉ –
CÓRDOBA)**

MAURO JOSÉ FUENTES MERCADO

MARYLUZ PEREIRA REGINO

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

BERÁSTEGUI

2016

**MEJORAMIENTO DE LA CONSERVACIÓN DEL “BOLLO DULCE DE
MAÍZ” PRODUCIDO EN EL CORREGIMIENTO DE MARTÍNEZ (CERETÉ –
CÓRDOBA)**

MAURO JOSÉ FUENTES MERCADO

MARYLUZ PEREIRA REGINO

**TRABAJO DE EXTENSIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO
DE ALIMENTOS**

DEIVIS E. LUJÁN RHENALS, Ing., Ph.D.

DIRECTOR

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

BERÁSTEGUI

2016

La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del trabajo será solo del autor (Artículo 61 del estatuto de investigación y extensión de la Universidad de Córdoba, acuerdo N° 093 del 26 de Noviembre de 2002).

NOTA DE APROBACIÓN

Firma del jurado

Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director, Ing. Ph.D. Deivis E. Luján Rhenals, por su dirección, compañía y apoyo en todos y cada uno de los pasos que se llevaron a cabo para el cumplimiento de los objetivos de este proyecto.

Al personal docente del programa Ingeniería de Alimentos, que desde pequeñas cosas nos brindaron su apoyo, nos animaron a seguir constantes en el camino de la investigación, nos motivaron a amar más la profesión valorando cada una de las áreas de trabajo .

A nuestros compañeros por hacer parte de un equipo de trabajo que estuvo dispuesto en todo momento.

A la comunidad de pequeños productores de bollo dulce de maíz del corregimiento de Martínez, por tener la mejor disposición y apertura a los nuevos conocimientos.

Finalmente y siendo lo más importante, gracias a Dios y a nuestras familias que aportaron su granito de arena para llevar a feliz término este trabajo.

Maryluz y Mauro

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	13
ABSTRACT	14
1. Introducción	15
2. Objetivos	17
2.1.Objetivo general	17
2.2.Objetivos específicos	17
3. Marco teórico	18
3.1.Diagnostico técnico higiénico-sanitario	18
3.2.Capacitación de personal manipulador de alimentos	18
3.3. Conservantes naturales.....	18
3.4. Nisina	18
3.5. Natamicina	21
3.6. Sorbato de potasio	22
3.7. Maíz	23
3.8. Bollo dulce de maíz	24
3.8.1. Proceso artesanal del bollo dulce de maíz verde	24
3.9.Marco legal para el uso de nisina, natamicina y sorbato de potasio	25
3.9.1. Fundamentación legal colombiana para el uso de Nisina, Natamicina y Sorbato de potasio	27
4. Metodología	28
4.1.Ubicación geográfica	28
4.2.Población y muestra	28
4.3. Materiales y métodos	28
4.3.1. Materiales para capacitaciones	28
4.3.2. Materia prima	29
4.3.3. Reactivos	29
4.3.4. Materiales y equipos de experimentación	30
4.3.5. Desarrollo metodológico	30
4.3.5.1.Diagnostico técnico higiénico – sanitario	30
4.3.5.2.Capacitación a productores de bollo dulce de maíz	30

4.3.5.3.. Experimentación participativa con aditivos para mejorar la conservación del bollo dulce de maíz	31
4.3.6. Diseño experimental	31
5. Resultados y discusión	33
5.1.Diagnóstico técnico e higiénico - sanitario.....	33
5.2.Capacitación a productores de bollo dulce de maíz	34
5.3.Experimentación participativa con aditivos para mejorar la conservación del bollo dulce de maíz	38
5.3.1. pH	38
5.3.2. Acidez	41
5.3.3. Humedad	42
5.3.4. Análisis sensorial	45
6. CONCLUSIONES	48
7. RECOMENDACIONES	49
8. BIBLIOGRAFIA	50

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros microbiológicos de <i>salmonella</i> según NTC 5372 para arepa de maíz refrigerada	25
Tabla 2. Requisitos fisicoquímicos para masas utilizadas en la preparación de arepas de maíz refrigerada según NTC 5372	25
Tabla 3. Dosis máxima de uso de los conservantes (nisina, natamicina y sorbato de potasio) según legislación colombiana	26
Tabla 4. Especificaciones técnicas de los conservantes usados en la experimentación participativa.....	28
Tabla 5. Descripción de productos utilizados en la elaboración del bollo dulce de maíz y sus respectivos costos para el año 2016	35
Tabla 6. Determinación de costos, precios y descuentos para el bollo dulce de maíz..	36
Tabla 7. pH de los días 2, 4 y 6 de los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio) a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración	37
Tabla 8. pH de los días 0, 8 y 10 de los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio) a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración	37
Tabla 9. Humedad, de los días 2, 4 y 6 de los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio) a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración	43
Tabla 10. Humedad de los días 0, 8 y 10 de los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio) a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración	43
Tabla 11. Atributos sensoriales, apariencia (AP), color (CO), olor (OL), textura (TE), y sabor (SA) para el bollo dulce en los días 0, 2 y 4, con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio).....	44
Tabla 12. Atributos sensoriales, apariencia (AP), color (CO), olor (OL), textura (TE), y sabor (SA) del bollo dulce en los días 6, 8 y 10, con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio).....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura molecular de la nisina, $C_{143}H_{230}N_{42}O_{37}S_7$	18
Figura 2. Estructura molecular de la natamicina, $C_{33}H_{47}NO_{13}$	20
Figura 3. Estructura molecular del sorbato de potasio, $C_6H_7KO_2$	21
Figura 4. Resultados del diagnóstico técnico e higiénico-sanitario (porcentaje de cumplimiento de la Resolución 2674/2013) de los 25 productores de bollo dulce de maíz del corregimiento de Martínez (Cereté – Córdoba)	32
Figura 5. Valores promedio del ph del bollo dulce con respecto al tiempo (días) a temperatura ambiente (Ta) y de refrigeración (Tr) con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio).....	39
Figura 6. Valores promedio de la acidez (% de ácido láctico) del bollo dulce con respecto al tiempo (días) a temperatura ambiente (Ta) y de refrigeración (Tr) con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio).....	41
Figura 7. Valores promedio de la humedad del bollo dulce con respecto al tiempo (días) a temperatura ambiente (Ta) y de refrigeración (Tr) con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio).....	42

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Formato de diagnóstico higiénico – sanitario. Adaptado al decreto 3075 de 1997	56
ANEXO B. Formato de asistencia según el Sistema Integral de la Gestión de la Calidad de la Universidad de Córdoba (SIGEC).....	61
ANEXO C. Diagnóstico técnico e higiénico – sanitario	62
ANEXO D. Capacitación a productores de bollo dulce de maíz.....	63
ANEXO E. Elementos del kit de BPM	64
ANEXO F. Certificado de capacitaciones.....	65
ANEXO G. Experimentación participativa con aditivos para mejorar la conservación del bollo dulce de maíz	66
ANEXO H. Formato de evaluación sensorial	67
ANEXO I. Evaluación de pruebas fisicoquímicas y sensoriales en el bollo dulce de maíz	68
ANEXO J. p-valor para las pruebas de validación de pH ($\alpha = 0.05$).....	69
ANEXO K. p-valor para las pruebas de validación de Humedad ($\alpha = 0.05$)	69
ANEXO L. p-valor para las pruebas de validación de Apariencia ($\alpha = 0.05$).....	69
ANEXO M. p-valor para las pruebas de validación de Color ($\alpha = 0.05$).....	69
ANEXO N. p-valor para las pruebas de validación de Olor ($\alpha = 0.05$).....	69
ANEXO Ñ. p-valor para las pruebas de validación de Textura ($\alpha = 0.05$)	70
ANEXO O. p-valor para las pruebas de validación de Sabor ($\alpha = 0.05$)	70
ANEXO P. Anova de cuadrados medios de pH, para los tiempos 2, 4 y 6.....	70

ANEXO Q. Anova de cuadrados medios de pH, para los tiempos 0, 8 y 10	70
ANEXO R. Anova de cuadrados medios de acidez para los tratamientos de temperatura ambiente	71
ANEXO S. Anova de cuadrados medios de acidez para los tratamientos de temperatura de refrigeración	71
ANEXO T. Anova de cuadrados medios de humedad, para los tiempos 2, 4 y 6	71
ANEXO U. Anova de cuadrados medios de humedad, para los tiempos 0, 8 y 10.....	72
ANEXO V. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Apariencia para los tiempos 2, 4 y 6.....	72
ANEXO W. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Apariencia para los tiempos 0, 8 y 10.....	72
ANEXO X. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Color para los tiempos 2, 4 y 6	72
ANEXO Y. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Color para los tiempos 0, 8 y 10	73
ANEXO Z. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Olor para los tiempos 2, 4 y 6	73
ANEXO AA. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Olor para los tiempos 0, 8 y 10	73
ANEXO AB. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Textura para los tiempos 2, 4 y 6.....	73
ANEXO AC. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Textura para los tiempos 0, 8 y 10.....	74
ANEXO AD. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Sabor para los tiempos 2, 4 y 6	74

ANEXO AE. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Sabor para los tiempos 0, 8 y 10	74
--	----

RESUMEN

El bollo dulce de maíz es un producto ancestral de consumo masivo en la costa norte de Colombia, especialmente apetecido por sus propiedades nutricionales y características organolépticas. El objetivo de este proyecto fue mejorar la conservación del “bollo dulce de maíz” producido en el corregimiento de Martínez (Cereté, Córdoba) a través de capacitaciones en buenas prácticas de manufactura, conservación de alimentos y administración de pequeños negocios. Se realizó un diagnóstico higiénico sanitario adaptado a la Resolución 2674 de 2013 del Ministerio de Salud. En las jornadas de capacitación se entregaron kits de higiene e indumentaria para manipuladores, además una cartilla ilustrativa con los temas tratados. Para el estudio de la conservación del bollo dulce, Se realizaron experimentos bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones evaluando el producto en el tiempo (0, 2, 4, 6, 8 y 10 días) a dos temperaturas y tres conservantes diferentes (natamicina, nisina y sorbato de potasio). Se realizaron pruebas fisicoquímicas (pH, acidez y humedad) y pruebas sensoriales (apariencia, color, olor, sabor y textura). Se encontró que ninguno de los productores cumple en un 100% los requisitos de calidad para la elaboración de productos alimenticios, el cumplimiento estuvo entre 56 y 46%. El pH presentó disminución en el tiempo para todos los tratamientos; el producto con sorbato de potasio arrojó el menor pH a temperatura ambiente y con natamicina tuvo el mismo comportamiento a temperatura de refrigeración. En cuanto a la humedad y la acidez no se presentó diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos y la muestra patrón a las diferentes temperaturas de estudio. Con el análisis sensorial se demostró que el bollo dulce de maíz sin conservantes tiene una vida útil de dos días a temperatura ambiente, mientras que con sorbato de potasio, a la misma temperatura, logra cuatro días de vida útil. Mientras que a temperatura de refrigeración, sin conservantes, tiene una vida útil de 8 días y alcanza 10 días de vida útil con natamicina.

Palabras claves: Bollo dulce, diagnóstico, BPM, conservación, nisina, natamicina, sorbato de potasio.

ABSTRACT

Bollo dulce de maíz is an ancient food product commoditized on the northern coast of Colombia, especially coveted for their nutritional properties and organoleptic characteristics. The aim of this project was to improve the conservation of the “Bollo dulce de maíz” produced in the village Martinez (Cereté, Córdoba, Colombia) through training in good manufacturing practices, food preservation and management of small businesses. A sanitary diagnosis was conducted according to Resolution 2674 of Ministry of Health (2013). During the training sessions; hygiene kits and clothing were delivered to handlers as well as an illustrative booklet with the topics covered. To study the conservation of this product, experiments under a completely randomized design were conducted with three replications, the product was evaluated in function of time (0, 2, 4, 6, 8 and 10 days) under two temperatures and three different preservatives were applied (natamycin, nisin and potassium sorbate). Physic-chemical tests (pH, acidity and humidity) and sensory testing (appearance, color, odor, flavor and texture) were performed. It was found that none of the producers 100% meets the quality requirements for the production of foods products, compliance was reached between 56 and 46%. The pH decreased during time for all treatments; the product with potassium sorbate showed the lowest pH at room temperature and with natamycin had the same behavior at refrigeration temperature. Moisture and acidity did not have significant differences ($p < 0.05$) between treatments and the standard sample under different temperatures in the study. Sensory analysis showed that bollo dulce without preservative had a two-days shelf life at room temperature; whereas the shelf life increased up to 4 days with potassium sorbate at the same temperature. On the other hand, at refrigeration temperature, without preservatives, had 8 days of shelf live and 10 days with natamycin.

Keywords: Bollo dulce de maíz, diagnosis, BPM, conservation, nisin, natamycin, potassium sorbate.

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia, se sembraron 62.448 hectáreas de maíz amarillo tradicional, representadas en una producción cercana a 81.182 toneladas con un rendimiento promedio de 2,2 ton/ha; de lo cual Córdoba presentó un rendimiento de 1,6 ton/ha (FENALCE 2015). Los principales destinos del maíz son la trilla, la avicultura, la porcicultura, la industria de alimentos balanceados y consumo humano en fresco. No existe información exacta de la cantidad de maíz destinado para la producción de bollo dulce,

El bollo dulce de maíz es un producto alimenticio de origen indígena elaborado a base de maíz (*zea mays*) tierno, verde o choclo. Es un producto muy apetecido por su aporte energético, contenido en fósforo, hierro, proteínas entre otras propiedades nutricionales que ayudan al desarrollo y salud de los seres humanos. (Dangond 1988)

Las familias que tradicionalmente producen el bollo dulce en el departamento de Córdoba se encuentran localizadas en el corregimiento de Martínez del municipio de Cereté, quienes derivan su sustento diario de dicha actividad económica, la cual se está viendo afectada por altos costos de producción en épocas de baja cosecha de maíz y abandono del gobierno local en materia de capacitación y acompañamiento técnico que permita mejorar las condiciones higiénico-sanitarias de dicho proceso.

Esta falta de capacitación en buenas prácticas de manufactura (BPM), y conservación de alimentos incide contundentemente en la calidad del producto, ya que el bollo dulce de maíz en dicho corregimiento es elaborado de forma artesanal y bajo precarias condiciones de infraestructura y manipulación; trayendo consigo un producto de baja calidad microbiológica y corto tiempo de vida útil, lo que genera pérdidas importantes en los productores y un alto riesgo de salud para los consumidores a través de la generación de enfermedades transmitidas por los alimentos.

Por tanto, el estudio de la conservación del bollo dulce de maíz es importante y relevante en beneficio del desarrollo y mejoramiento de esta tradición, ya que no existen reportes del estudio de su vida útil. La ausencia de conocimiento sobre esta temática puede generar una disminución de la calidad del producto, pérdidas económicas y la

insatisfacción del cliente; así mismo, pérdida de las oportunidades de negocios con otras latitudes a nivel nacional e internacional que podrían requerir este producto.

Las capacitaciones de Buenas Prácticas de Manufactura, métodos de conservación de alimentos y manejo administrativo de pequeñas empresas dirigido a los productores de bollo dulce de maíz, son de gran impacto, ya que se beneficiaron con el conocimiento de las técnicas adecuadas en el procesamiento de alimentos, higiene personal, utensilios e infraestructura, así como también en métodos de conservación que les permitió prolongar la vida útil de su producto. Con el desarrollo de esta investigación se propuso responder a la pregunta ¿Se podrá mejorar la conservación del bollo dulce de maíz a través de la aplicación de buenas prácticas de manufactura y el uso de conservantes naturales en el municipio de Martínez (Córdoba)?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Mejorar la conservación del “bollo dulce de maíz” producido en el corregimiento de Martínez (Cereté, Córdoba) a través de capacitaciones en buenas prácticas de manufactura, higiene y administración; así como la aplicación de aditivos naturales.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Evaluar las condiciones técnicas e higiénico-sanitarias en la obtención del bollo dulce de maíz producido en el corregimiento de Martínez (Cerete-Córdoba).
- ✓ Capacitar a los productores de bollo dulce de maíz del corregimiento de Martínez en temas de buenas prácticas de manufactura, conservación de alimentos y manejo administrativo de pequeños negocios.
- ✓ Mejorar el tiempo de conservación del bollo dulce de maíz a través de la aplicación de conservantes naturales (nisina, natamicina, y sorbato de potasio) y evaluar la aceptación de consumidores con los mejores tratamientos a través de pruebas sensoriales.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Diagnostico técnico higiénico-sanitario

Es un estudio previo a toda planificación o proyecto y que consiste en la recopilación de información en lo relacionado a la higiene de un establecimiento o lugar, el ordenamiento de dicha información, su interpretación y la obtención de conclusiones e hipótesis del por qué se presentan determinados problemas a causa de la falta de higiene y sanidad básica. Consiste en analizar un sistema y comprender su funcionamiento, para poder proponer cambios en el mismo y cuyos resultados sean previsibles (Rodríguez 2007)

3.2 Capacitación de personal manipulador de alimentos

Significa la preparación de toda aquella persona que por su actividad laboral tiene contacto directo con los alimentos durante su preparación, fabricación, transformación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte, distribución, venta, suministro y servicio. Tiene la finalidad de concientizar y crear el conocimiento en dichos manipuladores de los riesgos que se incurren al no dar uso a las buenas prácticas de higiene y sanidad en la manipulación de los alimentos. (Rodríguez et al. 2012)

3.3 Conservantes naturales

Los conservantes naturales son sustancias, que adicionadas de manera intencional a determinados tipos de alimentos, a dosis prefijadas y en condiciones de utilización específicas, son capaces de impedir el crecimiento y desarrollo de gérmenes patógenos en los alimentos. Dichas sustancias tienen su origen de partes de la naturaleza como son, hojas de árboles, semillas, frutos y otros. (Gavilán 2012)

3.4 Nisina

La nisina es un péptido producido por ciertas cepas de *Lactococcus lactis subs Lactis* y se caracteriza por su efecto antimicrobiano. (Álvarez y Blanco 2014)

La nisina es una bacteriocina de bajo peso molecular que inhibe el crecimiento de una amplia gama de microorganismos Gram positivos así como la germinación y el crecimiento excesivo de esporas de *Bacillus* y *Clostridium*. Debido a su toxicidad insignificante para seres humanos, se ha utilizado ampliamente como un conservante en la industria alimentaria. Existen numerosas aplicaciones de la nisina como un preservante natural de alimentos, incluyendo productos lácteos, carnes y alimentos enlatados (Asaduzzaman et al. 2009).

En ausencia de otros métodos de conservación, la nisina no inhibe las bacterias Gram negativas, ni las levaduras, ni los hongos. Es por ello que se recomienda ser utilizada en conjunto con otros métodos de conservación como la refrigeración. (EFSA 2006)

La nisina tiene un doble modo de acción antimicrobiana: se une a los fosfolípidos II con la subsiguiente inhibición de la síntesis de pared celular y también forma poro en la membrana citoplasmática (Castro et al. 2009). La nisina con formula molecular, $C_{143}H_{230}N_{42}O_{37}S_7$, que ilustra la figura 1.

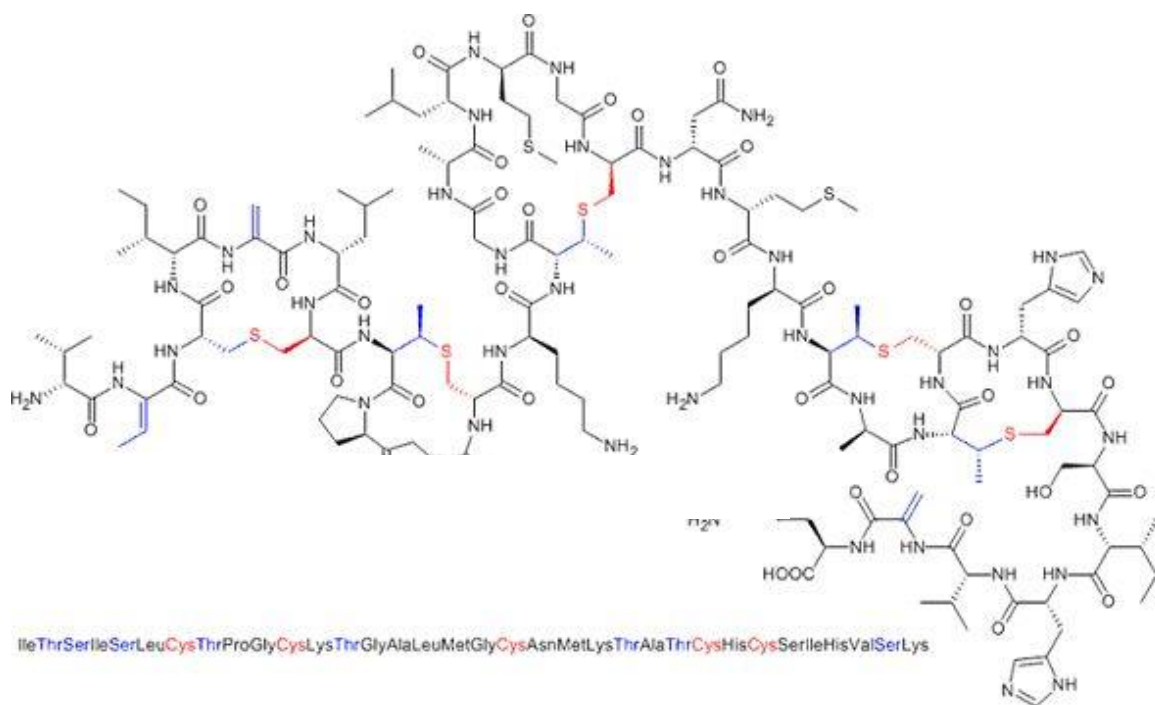


Figura 1. Estructura molecular de la nisina, $C_{143}H_{230}N_{42}O_{37}S_7$

Fuente: Sierra 2012

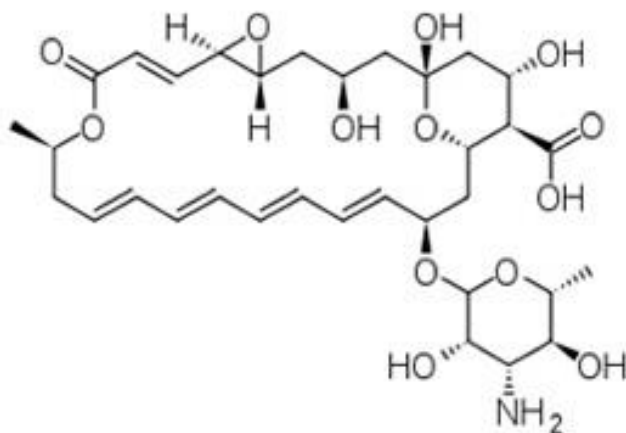
Se determinó que la bacteriocina es segura para los alimentos por el Comité Mixto Agricultura y la Alimentación, Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Comité de Expertos en Aditivos Alimentarios en el año 1969. De acuerdo con el Codex Alimentarius en su norma estándar para quesos, la nisina puede ser usada a una concentración de 12.5 mg/kg (Codex Stan 283-1978). En Colombia por medio de la resolución 4125 de 1991 del Ministerio de Salud se regula que la nisina puede ser usada como conservante en cantidades máximas a 125 mg/kg, que corresponden a 5000 IU/mL.

Esta bacteriocina es estable a pH ácido y es más soluble a temperaturas altas sin embargo es inactivada rápidamente en el intestino por enzimas digestivas y no puede detectarse en la saliva de humanos diez minutos después de haber consumido un líquido que la contenga (Simova et al. 2006); además el péptido es inocuo y no produce cambios en las características organolépticas de los alimentos. Es por esto que la nisina por tener propiedades antibacterianas es aceptada como un bioconservante efectivo de alimentos. (Guerra et al. 2007)

Herman y Garro (2006), trabajaron en el efecto de la temperatura de esterilización de la nisina en su actividad sobre *Lactobacillus fructivorans*. El objetivo del trabajo fue determinar el efecto que ocasiona la temperatura durante el proceso de esterilización por calor húmedo sobre la nisina en su acción sobre el *L. fructivorans*, contaminante habitual de las conservas a base de tomates y determinar, luego, su concentración mínima inhibitoria. Se realizó el experimento con diferentes concentraciones de nisina y se evaluó el crecimiento antes y después del tratamiento térmico. Donde la concentración fue menor no hubo crecimiento antes del tratamiento térmico, pero si lo hubo después de éste. En las concentraciones mayores a 50 ppm no hubo crecimiento antes ni después de esterilizar las muestras. La actividad de la nisina frente al *L. fructivorans* se ve marcadamente afectada por la temperatura a la cual puede ser sometida durante un proceso de esterilización, proceso al que se recurre habitualmente para la preservación de muchas conservas alimenticias. Esta temperatura modifica las concentraciones a la cual la bacteriocina debe utilizarse.

3.5 Natamicina

La natamicina, de fórmula molecular $C_{33}H_{47}NO_{13}$, (Figura 2), es un antibiótico de polieno que se usa comúnmente como un agente antifúngico debido a su amplio espectro de actividad y la falta de desarrollo de resistencia por parte del microorganismo. (FAO 2000)



tiempo de vida del producto de 6 a 9 días, aplicado por pulverización en la superficie del pan a la dosis de 13,75 ppm. (San Lucas 2012)

3.6 Sorbato de Potasio

El sorbato de potasio de formula molecular $C_6H_7KO_2$ como lo ilustra la figura 3; es la sal de potasio del ácido sórbico ampliamente utilizado en alimentación como conservante. El ácido sórbico se encuentra en forma natural en algunos frutos, y comúnmente en la industria alimenticia se utiliza el sorbato de potasio ya que este es más soluble en agua que el ácido sórbico. Es un conservante fungicida y bactericida. (Bristhar 2010)

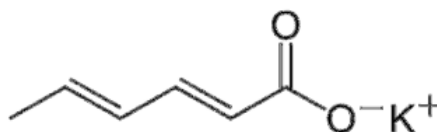


Figura 3. Estructura molecular del sorbato de potasio, $C_6H_7KO_2$

Fuente: Miramont 2012

El sorbato de potasio es principalmente efectivo contra mohos y levaduras, aunque tiene cierta efectividad sobre algunas bacterias. El efecto sobre los hongos, se debe a la inhibición de los sistemas enzimáticos de deshidrogenasas, las cuales intervienen en el mecanismo de oxidación de los ácidos grasos (Jay 2000) y enzimas sulfihidráulicas tan importantes como aspartasas, succinodeshidrogenasas y fumarasas. Es altamente efectivo en la inhibición de la producción de micotoxinas por algunas cepas (Ryu y Holt 1993).

El estudio del sorbato de potasio en la vida útil de mermelada de zanahoria (*Daucus carota*) con adición de coco (*Cocos nucifera*)”; buscó comprobar el uso de métodos de cálculo de tiempos de vida útil y conocer la influencia del sorbato de potasio en una conserva a partir de zanahoria (*Daucus carota*); se realizó el estudio de conservantes en tres formulaciones (pulpa-azúcar), en donde se usaron tres porcentajes de sorbato de potasio con una muestra testigo sin conservante que sirvió como control. Los tratamientos se mantuvieron bajo condiciones ambientales durante 180 días en los que se registró pH, °Brix, acidez, análisis microbiológicos y pruebas organolépticas. Para los

cálculos de vida útil a temperatura ambiente de mermelada de zanahoria y coco, se utilizaron gráficas que relacionan las ufc/g con el tiempo de almacenamiento, en el cual el producto conserva sus atributos físicos que lo hacen apto para su comercialización y consumo. Finalmente, considerando la estabilidad que poseen las conservas vegetales, se determinó que la cantidad suficiente a añadir de sorbato de potasio es 0,04% de la formulación, ya que las demás formulaciones presentaron similares comportamientos en cuanto a ausencia de proliferación microbiana perjudiciales para el consumidor. (Aroca 2010)

3.7 Maíz

El cultivo de maíz está ligado con el surgimiento y evolución de las civilizaciones mesoamericanas pre-colombinas, posterior a ello y gracias a su adaptabilidad y productividad el cultivo del maíz se expandió rápidamente alrededor del mundo con ayuda de los españoles y otros europeos que exportaron la planta de las Américas en los siglos XV y XVI. Actualmente el maíz es producido en la mayoría de los países del mundo siendo el tercer cultivo por la superficie involucrada (después del trigo y del arroz). (Salvador 2001)

El maíz es un pasto gigante domesticado (*Zea mays* ssp. *mays*) de origen tropical mexicano. La planta es usada para producir granos y forraje, los cuales constituyen la base para la elaboración de un buen número de alimentos tanto para los seres humanos como para los animales, así como también es usado para la industria farmacéutica y manufacturera. El fruto individual del maíz es botánicamente un cariósido, es decir, un fruto seco que contiene una sola semilla fusionada en el interior de los tejidos del propio fruto. El maíz es a menudo de color blanco o amarillo, aunque también hay variedades de color negro, rojo y jaspeado. Además, cuenta con gran variedad de granos, que se distinguen por las diferencias de los compuestos químicos depositados o almacenados en él. Las variedades cultivadas fundamentalmente para alimentación comprenden el maíz dulce y el reventador, aunque también se usan en buena medida el maíz dentado, el amiláceo o harinoso y el cristalino. (Salvador 2001)

Sin embargo, El grano de maíz tradicional tiene grandes valores nutricionales que está compuesto por un 70 a 75% de almidón, 8 a 10% de proteína y 4 a 5% de aceite, contenidos en tres estructuras: el germen (embrión), el endospermo y el pericarpio. El germen constituye el 10 al 12% del peso seco y contiene el 83% de los lípidos y el 26% de la proteína del grano. El endospermo constituye el 80% del peso seco y contiene el 98% del almidón y el 74% de las proteínas del grano. El pericarpio constituye el 5 al 6% del peso seco e incluye todos los tejidos de cobertura exterior, con un 100% de fibras vegetales (Ustarroz et al. 2010)

3.8 Bollo dulce de maíz

El bollo dulce de maíz es un producto ancestral, también llamado bollo de mazorca o bollo de chócolo; y es una masa de maíz amarillo tierno, molido y preparado con azúcar y sal en diferentes proporciones; esta masa se envuelve en las mismas hojas de la mazorca y se pone a cocinar en agua. Finalmente el bollo se caracteriza por su acentuado color amarillo, sabor dulce y textura suave. (Montes y Rodríguez 1975)

3.8.1 Proceso artesanal del bollo dulce de maíz verde

El proceso para la elaboración del bollo dulce de maíz comprende las siguientes etapas.

- **Recepción de la materia prima**

Las mazorcas se adquieren directamente del cultivador de maíz, teniendo en cuenta el tamaño de la mazorca (20–25 cm).

- **Limpieza y clasificación**

El maíz es despojado de las hojas y de las barbas, clasificando la mazorca de acuerdo al tamaño y color del grano, las hojas interiores de la mazorca son utilizadas para la envoltura, las exteriores son desechadas.

- **Desgranado**

Consiste en retirar los granos de maíz de la tuza utilizando para ello un cuchillo.

- **Molienda**

Los granos de maíz se muelen en un molino de disco, convirtiéndose en una masa suave.

- **Mezclado**

Se adicionan entre 7 y 8 g de sal y 40 g de azúcar por 1,5 kg de masa, y se mezclan uniformemente con el fin de homogenizar.

- **Empaque**

La mezcla se divide en porciones aproximadas de 150 g. La cantidad medida se envuelve utilizando para su empaque las hojas de la mazorca.

- **Cocción**

Los bollos empacados se introducen en una olla con agua y se llevan a cocción. Este proceso se mantiene hasta alcanzar una textura firme; la cual se verifica con la ayuda de un cuchillo que se introduce dentro del bollo, si al retirarlo sale completamente limpio indica que la textura es firme y se da por terminado el proceso de cocción.

- **Ecurrido**

Posteriormente los bollos se retiran de la olla y se colocan en recipientes con perforaciones que facilitan el escurrido. Terminado el escurrido, se empaacan en bolsas y se procede a su distribución y venta (Torrenegra et al. 2013)

3.9 Marco legal para el uso de nisina, natamicina y sorbato de potasio

Debido a que el bollo dulce de maíz es un producto autóctono que no cuenta con una norma específica, se tomará como base la fundamentación legal de la Norma Técnica Colombia (NTC 5372) para arepas de maíz refrigerada, siendo esta un producto con características similares, las especificaciones microbiológicas se muestran en la tabla 1, asimismo las propiedades fisicoquímicas se pueden observar en la tabla 2.

Tabla 1. Parámetros microbiológicos para arepa de maíz refrigerada según NTC 5372

MICROORGANISMOS	n	c	m	M
<i>Salmonella spp./25g</i>	5	0	Ausente	-
Mohos y Levaduras (UFC/g)	5	1	100	1000
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	5	0	Ausente	-
<i>Estafilococos aureus coagulasa positiva</i> (UFC/g)	5	2	100	1000
<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	5	2	100	1000
Bacterias aerobias mesófilas (UFC/g) (como control a 24 – 48 h post-producción)	5	2	1000	10000
* n: tamaño de la muestra, m: índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad, M: índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad, c: número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M				

Tabla 2. Requisitos fisicoquímicos para masas utilizadas en la preparación de arepas de maíz refrigerada según NTC 5372

REQUISITOS	Arepas sencillas (blancas, amarillas o mezcla de ambas tipo antioqueñas e integrales)		Arepas con queso en la masa (con margarina y/o mantequilla)		Arepas rellenas de queso (con margarina o mantequilla)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Proteína en fracción de masa en base seca, en porcentaje*	3,2	-	5	-	8	-
Humedad en fracción de masa en base seca, en porcentaje	55	68	42	65	55	65
Aflatoxinas (ug/kg)	-	10	-	10	-	10
*El factor de conversión para determinar el porcentaje de proteína es de 6,25 para cualquier tipo de arepa						

3.9.1 Fundamentación Legal Colombiana para el uso de nisina, natamicina y sorbato de potasio.

El uso de la nisina, natamicina y sorbato de potasio en alimentos se encuentra permitido en Colombia por el ministerio de salud bajo una dosificación máxima establecida, la cual se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Dosis máxima de uso de los conservantes (nisina, natamicina y sorbato de potasio) según legislación colombiana

CONSERVANTE	REGLAMENTACIÓN	DOSIS MÁXIMA
NISINA	Resolución 4125 de 1991. Ministerio de salud	12.5 mg/kg de alimento
NATAMICINA	Resolución 4125 de 1991. Ministerio de salud	12.5 mg/kg de alimento
SORBATO DE POTASIO	Resolución 2606 de 2009. Ministerio de salud	1000 mg/kg de alimento

4. METODOLOGÍA

4.1. Ubicación geográfica

Las actividades de extensión se llevaron a cabo en el corregimiento de Martínez (zona rural del municipio de Cereté, departamento de Córdoba). Localizado a 4.043m del municipio de Cereté, al noroeste de Colombia, a 75°42' longitud oeste y 8°50' latitud norte, con respecto al meridiano de Greenwich. Tiene una altitud de 15 m.s.n.m. temperatura aproximada de 29°C y precipitación media anual de 1.320 mm.

Los experimentos de conservación, fisicoquímicos y sensoriales del producto se realizaron en los laboratorios de análisis de alimentos y de fermentaciones de la Universidad de Córdoba, Sede Berástegui, ubicada en el kilómetro 10 vía Cereté – Ciénaga de Oro del departamento de Córdoba, con una temperatura promedio de 29°C, humedad relativa de 86% y altitud de 20 m.s.n.m. con precipitación promedio anual de 1200 mm, enmarcada geográficamente entre los 8°31' de longitud norte y 75°58' de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

4.2. Población y Muestra

Las capacitaciones y las evaluaciones técnicas e higiénico-sanitarias se realizaron a 25 productores de bollo dulce de maíz del corregimiento de Martínez (Cereté, Córdoba). En la fase final de experimentación se seleccionaron 4 familias productoras con quienes se realizó una investigación participativa para el estudio de mejoramiento del tiempo de conservación del bollo dulce de maíz con los conservantes naturales (nisina, natamicina, y sorbato de potasio).

4.3. Materiales y métodos

4.3.1. Materiales para capacitaciones: folletos de capacitación, video beam, papelería, impresiones, refrigerios, pendones del programa de Ing. de Alimentos y UNICORDOBA AQUÍ, material didáctico de BPM y conservación de alimentos.

4.3.2. Materia prima

Maíz, sal, azúcar, agua, hojas de maíz.

4.3.3. Reactivos

Los reactivos empleados en la investigación fueron los conservantes naturales que se adquirieron de la empresa de insumos y tecnología para la industria alimentaria CIMPA S.A.S, de la ciudad de Bogotá. Las especificaciones y/o ficha técnica de cada conservante se puede observar en la tabla 4.

Tabla 4. Especificaciones técnicas de los conservantes usados en la experimentación participativa

REACTIVO	DESCRIPCIÓN
Nisina	- Composición: Nisina - Especificaciones físico-químicas Apariencia: Color blanquecino a crema Perdida en seco: $\leq 3,0$ pH: 3,3 ~ 3,8 - País de origen: China
Natamicina	- Composición: Natamicina (E235): min. 50%; Lactosa: máx. 50% - Especificaciones físico-químicas (25°C): Forma a 25 °C: Polvo Color: Blanco Olor: Suavemente orgánico pH: 5,0 – 7,5 - País de origen: Dinamarca
Sorbato de potasio	Composición: Sorbato de potasio Especificaciones físico-químicas Apariencia: agujas incoloras o blancas y/o polvo Acidez: $\leq 1,0\%$ Perdida en seco: $\leq 1,0\%$ País de origen: China

4.3.4. Materiales y Equipos de experimentación

Balanza analítica, Refrigerador (4 - 8°C), estufa secadora, Termómetros, Molino eléctrico, Jarras de plástico, Cuchillo, Tasas medidoras plásticas, Erlenmeyers de 250 mL, 500 mL, morteros, espátulas, crisoles de porcelana, Pipetas volumétricas de 1 mL y 10 mL, Probetas de 100 mL, 250 mL, Kits de BPM (gorro, tapaboca, camiseta, delantal, toalla de manos, cepillo para lavado de uñas, gel antibacterial).

4.3.5. Desarrollo Metodológico

4.3.5.1. Diagnóstico técnico e higiénico - sanitario

Para la evaluación de las condiciones técnicas e higiénico-sanitarias en la obtención del bollo dulce de maíz producido en el corregimiento de Martínez (Cereté, Córdoba), se siguió como guía de evaluación un formato adoptado del Decreto 3075 (Anexo A) evaluando el grado de conformidad y no conformidad de cada uno de estos requerimientos.

4.3.5.2. Capacitación a productores de bollo dulce de maíz.

En las instalaciones de la Institución Educativa Alfonso Spath Spath de esa localidad se realizaron cuatro sesiones de capacitaciones que incluyeron los temas de Buenas Prácticas de Manufactura, conservación de alimentos y manejo administrativo de pequeños negocios, dirigidas a los 25 productores del bollo dulce de maíz en el corregimiento de Martínez; incluyendo las sesiones introductorias y de clausura. Para el control de dichas sesiones se llevó un formato de fechas, temas a tratar y asistencias. (Anexo B). La metodología para estas capacitaciones incluyó charlas dinámicas y focalizadas en los temas mencionados, talleres participativos con los productores para que ellos pudieran aplicar directamente las técnicas y recomendaciones dispensadas durante las charlas. Con el material técnico, académico y pedagógico de cada charla, se iba desarrollando la construcción de la cartilla didáctica, donde se recopiló la información básica de cada concepto aplicado al mejoramiento del bollo dulce de maíz.

4.3.5.3. Experimentación participativa con aditivos para mejorar la conservación del bollo dulce de maíz

Se seleccionaron cuatro productores representativos y tradicionales del corregimiento de Martínez con los cuales se elaboró el producto utilizando una formulación estándar bajo las condiciones que normalmente ellos lo producen y de esta forma participaron directamente en las pruebas de conservación del bollo dulce con el uso de los aditivos naturales en las dosis recomendadas por la normativa colombiana, Resolución 4125 de 1991. Ministerio de salud: nisina (12.5 mg /kg de alimento), natamicina (12.5 mg /kg de alimento) y sorbato de potasio (1000 mg/Kg) y se aplicó un control. Los ensayos se realizaron con tres repeticiones de la aplicación de cada conservante.

La mitad de los ensayos se conservó en refrigeración a una temperatura entre 4 - 8°C, la otra mitad se mantuvo a temperatura ambiente, tal y como normalmente los productores mantienen este producto mientras se realiza la comercialización. Se realizaron posteriormente los análisis fisicoquímicos de pH mediante el método potenciométrico (981.12/90 A.O.A.C), acidez por titulación (942.15/90 A.O.A.C. adaptado) y humedad por secado en estufa (930.15/90 A.O.A.C.), así como también los análisis sensoriales de color, sabor, apariencia y textura mediante una prueba de aceptación con escala hedónica de 9 puntos, en donde se midió el nivel de agrado o desagrado con respecto al producto a través de una escala hedónica verbal-numérica de 9 puntos, donde 1 es la puntuación me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente (Anexo H). Estas variables fueron estudiadas en los tiempos 0, 2, 4, 6, 8 y 10 días de almacenamiento.

4.3.6. Diseño experimental

El experimento se llevó a cabo en medidas repetidas a través del tiempo (0, 2, 4, 6, 8 y 10 días) bajo una estructura factorial 2x3 en parcelas divididas donde la parcelas principales corresponden a las temperaturas (T_1 , T_2) y las subparcelas a los conservantes (C_1 , C_2 , y C_3). Este experimento se efectuó bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones. El análisis de los datos se realizó descriptivo para cada periodo de tiempo, acompañado de gráficos de líneas y barras. Se realizó un ANOVA bajo la estructura de

medidas repetidas, para estudiar la interacción Tiempo x Temperatura x Conservante. Adicionalmente se ejecutó para cada periodo de tiempo un ANOVA para la estructura en parcelas divididas, donde se analizó para cada periodo la interacción Temperatura x Conservante. Así mismo se realizaron curvas de tendencia a través del tiempo para cada combinación (Temperatura x Conservante). Se realizaron las respectivas pruebas de validación de los supuestos del modelo (homogeneidad de varianza y normalidad).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Diagnóstico técnico e higiénico - sanitario

En las visitas realizadas se observaron las condiciones físicas y operacionales de los materiales, utensilios, equipos, instalaciones físicas, eléctricas, y otros, las cuales se relacionaron en el formato de inspección utilizado (Anexo A), así como también las respuestas que ellos dieron a preguntas relacionadas con las condiciones del proceso.

De la figura 4, se evidencian los resultados de la puntuación final que los productores obtuvieron del cumplimiento de la Resolución 2674; observándose que ninguno de los productores cumple en un 100% los requisitos de calidad para la elaboración de productos alimenticios.

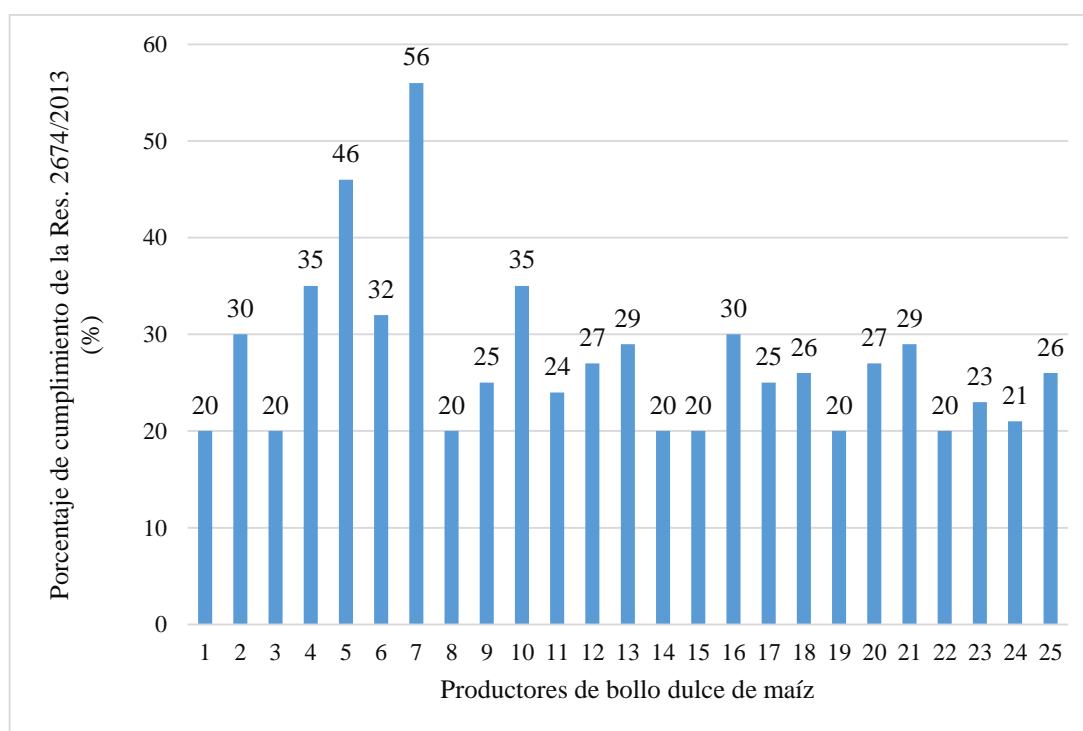


Figura 4. Resultados del diagnóstico técnico e higiénico-sanitario (porcentaje de cumplimiento de la Resolución 2674/2013) de los 25 productores de bollo dulce de maíz del corregimiento de Martínez (Cereté – Córdoba)

De acuerdo a los resultados del diagnóstico (Figura 4) el porcentaje máximo de cumplimiento lo obtuvieron los productores de bollo dulce de maíz 5 y 7 con 46 y 56% de cumplimiento respectivamente, seguido por los productores 4 y 10 los cuales obtuvieron un 35% de cumplimiento ambos. Por el contrario los productores que obtuvieron menor puntaje de cumplimiento fueron los productores 1, 3, 8, 14, 15, 19 y 22 con un 20% de cumplimiento cada uno. Se resalta que en el momento de realizar la inspección, el personal manipulador no contaba con indumentaria adecuada para manipulación de alimentos, los alrededores de la zona de elaboración del bollo se encontraban desaseados y con maleza alrededor, además de esto se observaron rastros de insectos y roedores, las zonas de disposición de residuos sólidos se encontraba inadecuadamente aseada. Esto se puede corregir con la implementación de capacitaciones a los pequeños productores de bollo dulce de maíz en tema de buenas prácticas de manufactura y conservación de alimentos, en el que los manipuladores puedan desarrollar actividades de limpieza, desinfección y adecuación de la zona de trabajo y manejo apropiado de la materia prima que garanticen un producto final con una buena calidad higiénica y sanitaria.

Según Toscano y González (2014), los productores artesanales manejan condiciones higiénicas limitadas que a pesar de que muchas veces conocen del tema no es fácil corregirlas, puesto que se trata de un problema socio-económico ligado a las condiciones de los municipios del departamento de Córdoba. Evidentemente, este problema fue detectado en la mayoría de los productores, quienes al principio no aceptaban con facilidad la ruptura de sus paradigmas y malos hábitos, los cuales han estado allí por muchos años.

5.2. Capacitación a productores de bollo dulce de maíz.

Las capacitaciones desarrolladas se llevaron a cabo con talleres lúdicos, que facilitaron la familiarización de los pequeños productores con el resto del material dictado en las charlas. Los pequeños productores participaron activamente realizando preguntas y comentarios de las situaciones reales que ellos viven diariamente. Destacándose la

motivación y entusiasmo con que participaron en todo, ya que manifestaron que anteriormente, no habían recibido ninguna capacitación.

Dentro de los temas ilustrados se destaca, el taller de lavado de manos (Anexo D), donde los participantes reconocieron las diferencias que presenta el lavado de manos con diferentes tipos de jabones (jabón líquido, jabón de barra y sin jabón), así como también, identificaron las diferentes formas de conservar los alimentos en casa haciendo uso de la nevera y las alacenas (Anexo D).

Por otra parte, en la capacitación sobre administración de pequeños negocios, en compañía de los productores se realizó el cálculo del costo de producción y el precio de venta definitivo del bollo dulce de maíz. Morales (2011) define los costos de producción de una empresa como la conformación de factores directos e indirectos, los cuales incluye los gastos administrativos, mano de obra, materia prima, insumos, costos indirectos y otros; sin embargo, entre los pequeños productores no existen algunos gastos como los administrativos. Por tanto, en la tabla 5, se describen todos los costos involucrados en la producción del bollo (materia prima e insumos, mano de obra y otros).

Tabla 5. Descripción de productos utilizados en la elaboración del bollo dulce de maíz y sus respectivos costos para el año 2016

PRODUCTOS	CANT.	UNIDAD	VALOR UNITARIO	V. TOTAL
Mazorcas	200	Unidades	\$ 150	\$ 30,000
Molienda	5	Lote	\$ 700	\$ 3,500
Azúcar	1500	Gr	\$ 2.2	\$ 3,300
Sal	2	Onzas	\$ 100	\$ 200
Hoja de maíz	200	Unidades	\$ 0	\$ 0
Agua para cocción	3	Lt	\$ 333	\$ 1,000
Leña	12	Unidades	\$ 166	\$ 2,000
Bolsas para despachar	100	Unidades	\$ 12	\$ 1,200
Bolsas para transportar	1	Unidades	\$ 500	\$ 500
Mantenimiento de Transporte	2	Unidades	\$ 25,000	\$ 50,000
Jabón	2	Unidades	\$ 1,500	\$ 3,000
Cajón de madera	1	Unidades	\$ 7,000	\$ 7,000
Mano de obra y distribución directa				\$ 10,000
Costo de producción				\$ 104,700
Cantidad de producción				90 unidades

Con los costos anteriormente descritos, se tiene una producción de 90 bollos de 250 gr cada uno por un valor de \$104.700. Posterior a ello, se determinaron los precios, beneficios y posibles descuentos que pueden realizar los pequeños productores a sus clientes, como lo describe la tabla 6.

Tabla 6. Determinación de costos, precios y descuentos para el bollo dulce de maíz

Costo Unitario	\$ 1,163
Precio Venta	\$ 1,454
Beneficio Neto	\$ 291
Precio Venta Definitivo	\$ 1,745
Descuento (%)	16
Descuento (\$)	\$ 291
Precio Final	\$ 1,745

Por consiguiente, de la tabla 6, se tiene que el costo de producción del bollo dulce es de \$1.163 por unidad, pero teniendo un 20% de utilidad y un descuento no superior al 16% el bollo se debe vender a \$1.745 al consumidor final o de manera directa; ya que si deciden distribuirlo de manera indirecta, es decir con un intermediario, lo deben vender a \$1.454, sin perder el beneficio neto de \$291. Diferencia bastante significativa con el precio de venta actual que es de \$700 la unidad, donde las posibles ganancias se ven reflejadas al vender por grandes cantidades del producto. Cabe resaltar, que para determinar el precio de un producto influyen muchos factores, como el mercado, las políticas del gremio, legislación vigente, políticas de distribución y sobretudo los clientes que van a dar la última palabra a los cálculos realizados (Pérez y Pérez 2006). Indudablemente, el precio que actualmente el consumidor local paga por este producto tradicional no es el que le permite al productor de bollo dulce las ganancias apropiadas; es aquí donde la tradición se superpone sobre la razón, considerando que el precio pagado no es el justo en retribución de la noble y muy elaborada labor manual que se requiere para la obtención de este producto ancestral que enriquece nuestra cultura y reconocimiento a nivel nacional.

Finalmente, a cada pequeño productor se le entregó un kit (Anexo E), el cual incluía, cartilla ilustrativa de BPM, camiseta estampada con el logo del proyecto “Innovando en lo nuestro”, un delantal blanco, un gorro, un tapaboca, una toalla de manos, un cepillo para lavarse las uñas y un jabón líquido, explicándoseles su adecuado uso e importancia

como punto de partida a la aplicación y ejecución de las Buenas Prácticas de Manufactura en la elaboración del bollo dulce. Esto ayudará en la reducción de la contaminación microbiana por manipulación directa de los productores. Asimismo, se les hizo entrega de un certificado como constancia de la asistencia y participación en todas las actividades desarrolladas (Anexo F).

5.3. Experimentación participativa con aditivos para mejorar la conservación del bollo dulce de maíz

La aplicación de los conservantes naturales nisina, natamicina y sorbato de potasio no generó, en todos los casos, cambios significativos en la conservación del bollo dulce de maíz. Sin embargo, el producto registró aumentos significativos en su tiempo de vida útil a una temperatura de almacenamiento de 4°C. Además, la interacción Temperatura x Conservante resulta significativa para todos los tiempos en consideración 0, 2, 4, 6, 8 y 10 (Anexos J, K, L, M, N, Ñ, O).

5.3.1. pH

Los resultados en los ensayos de conservación del bollo dulce evidenciaron que se presentaron diferencias significativas del pH entre las temperaturas de ambiente y de refrigeración ($P < 0.05$) durante todo el periodo de evaluación lo que sugiere que esta propiedad fue modificándose a medida que transcurría el tiempo de vida útil del producto. Así mismo, se puede observar (figura 5) que los mayores valores de pH (6.42), se obtuvieron en el día 0, lo que según Álvarez (2014) se debe a que en este momento el producto todavía no había sufrido deterioro de sus propiedades. En relación a esto, se evidenció la disminución del pH en todos los tratamientos (figura 5); las muestras que tuvieron mayor reducción de pH en el tiempo (de 6.08 a 4.11), fueron las adicionadas con sorbato de potasio a temperatura ambiente y natamicina a temperatura de refrigeración (de 6.24 a 5.63). Por otro lado, las muestras que contenían natamicina a

temperatura ambiente presentaron el mayor valor de pH (4.53) junto con el blanco a temperatura de refrigeración (5.63). Los datos obtenidos en la medición de pH a temperatura ambiente se evaluaron hasta el sexto día ya que el producto se deterioró, mientras que a temperatura de refrigeración se pudo evaluar hasta el día 10.

Con la prueba de comparación múltiple de tukey para el pH (tabla 7) se puede observar que en los días 2 y 4, a temperatura ambiente, el blanco difiere significativamente ($p < 0.05$) de los tres conservantes en estudio. Por otro lado, a temperatura de refrigeración los conservantes no difieren significativamente entre ellos ($p < 0.05$). Para los días 0 y 8 los conservantes no presentan diferencias estadísticamente significativas, pero para el día 10 el sorbato de potasio si presentó diferencias en relación al pH con los otros conservantes (ver tabla 8).

El pH promedio del bollo dulce de maíz en el primer día de conservación fue de 6.25. Estos valores de pH cercanos a la neutralidad resultan ideales para el crecimiento óptimo de la mayoría de los microorganismos, bacterias, mohos y levaduras, (Jay 2000). Los resultados de pH encontrados difieren de lo encontrado por Álvarez (2014) en bollo limpio. Las diferencias entre los productos, se debe a que en la preparación del bollo limpio ocurre una fermentación durante 17 horas, donde se producen ácidos orgánicos por parte de las bacterias ácido lácticas, ocasionando en el alimento valores de pH menores a los encontrados en el bollo dulce de maíz, en donde después de ser cocido seguidamente se consume.

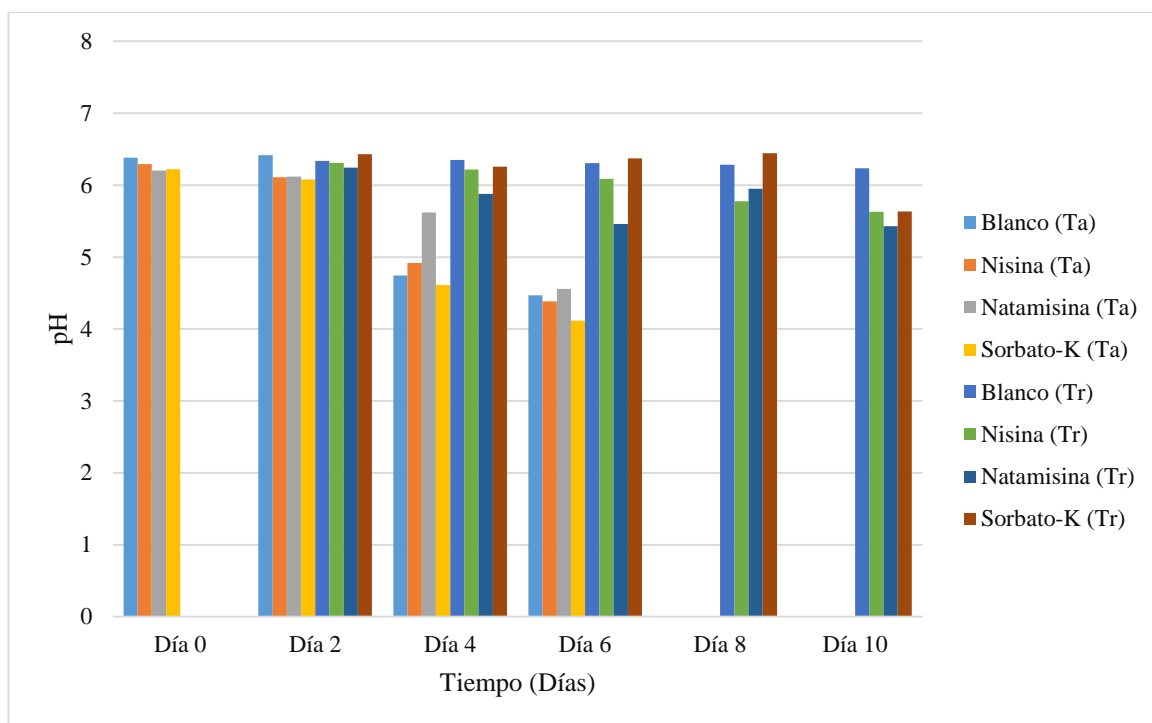


Figura 5. Valores promedio del pH del bollo dulce con respecto al tiempo (días) a temperatura ambiente (Ta) y de refrigeración (Tr) con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio)

Tabla 7. pH de los días 2, 4 y 6 con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio) a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración.

Conservantes	Día 2		Día 4		Día 6	
	Temp. Amb	Temp. Ref	Temp. Amb	Temp. Ref	Temp. Amb	Temp. Ref
Blanco	6,42a	6,33a	4,74a	6,35a	4,47a	6,3a
Nisina	6,11b	6,31a	4,91b	6,21a	4,38a	6,08a
Natamicina	6,12b	6,24a	5,62b	5,88a	4,56a	5,46b
Sorbato de Potasio	6,08b	6,43a	4,61b	6,26a	4,11a	6,37a
* Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas ($p \leq 0.05$).						

Tabla 8. pH de los días 0, 8 y 10 con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio) a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración

Conservantes	Día 0	Día 8	Día 10
	Temp. Amb	Temp. Ref	Temp. Ref
Blanco	6,38a	6,28 ^a	5,63b
Nisina	6,29a	5,77 ^a	5,43b
Natamicina	6,22a	5,95 ^a	5,63b
Sorbato de Potasio	6,2a	6,44 ^a	6,23a
* Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas ($p \leq 0.05$).			

5.3.2. Acidez

Para la variable de acidez, la interacción Temperatura-Conservante no fue significativa; lo que se confirmó al realizar el análisis de variancia entre los conservantes porque estos tampoco mostraron diferencia significativa en todos los tiempos. (Anexos R, S). Los resultados evidenciaron un aumento del porcentaje de acidez al transcurrir los días, aclarando que los tratamientos con mayor valor lo presentaron los sometidos a temperatura ambiente (figura 6); destacándose con mayor acidez a temperatura ambiente los bollos con sorbato de potasio y con menor acidez los de natamicina, puesto que este conservante presenta mayor efectividad contra mohos y levadura y actúa directamente controlando la acidez del producto a temperatura ambiente (San Lucas 2012). Por otro lado, a temperatura de refrigeración se obtuvieron con mayor acidez los bollos con natamicina evidenciándose su poca efectividad a esta temperatura y con menor acidez los de sorbato de potasio; lo cual coincide con los resultados obtenidos por Corpas y Tapasco 2012 quienes muestran a la temperatura como una variable importante y necesaria al estudiar el efecto de los conservantes como el sorbato de potasio en la tortilla de maíz.

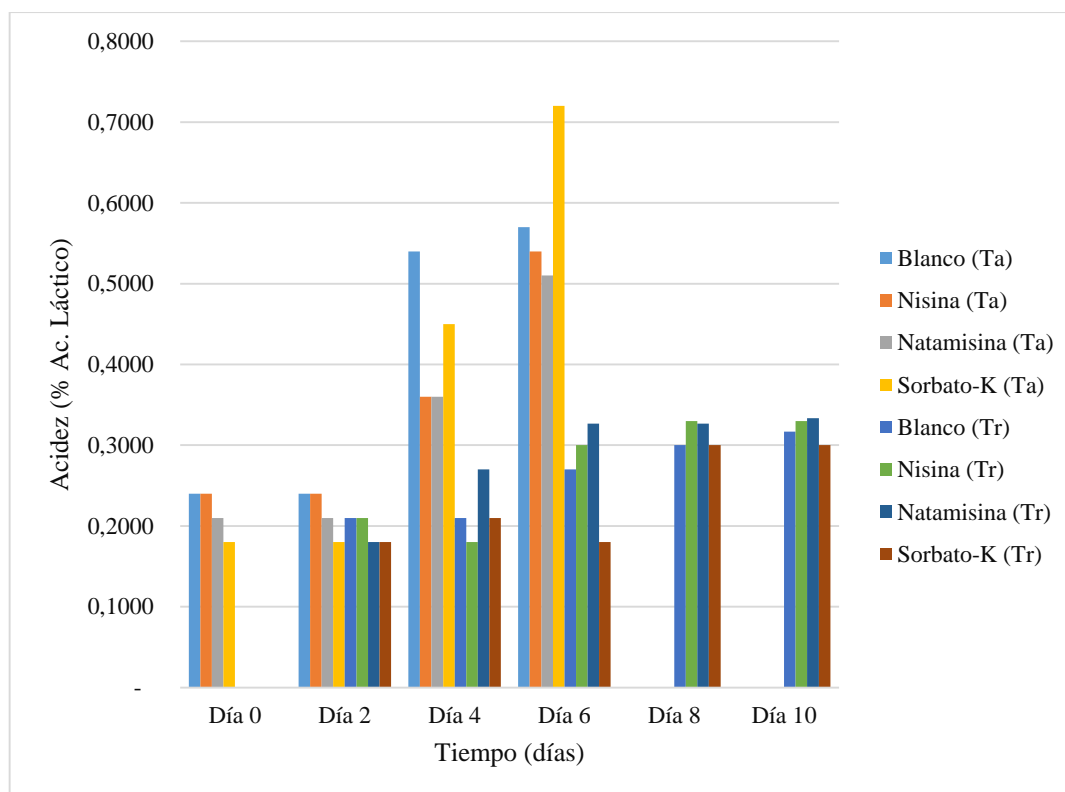


Figura 6. Valores promedio de la acidez (% de ácido láctico) del bollo dulce con respecto al tiempo (días) a temperatura ambiente (Ta) y de refrigeración (Tr) con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio)

5.3.3. Humedad

En los ensayos de conservación del bollo dulce de maíz, la humedad disminuyó durante todo el periodo de evaluación (0-10 días), presentando valores de humedad que iniciaban con 67,45% y llegaban a 62,82% en los tratamientos expuestos a temperatura ambiente; mientras que en las muestras conservadas a temperatura de refrigeración la reducción fue mayor, iniciando con valores de 65,83% hasta 54,04% (figura 7). Esta pérdida de humedad está relacionada a la disipación de agua al ambiente de las muestras de bollo dulce de maíz en las diferentes temperaturas de almacenamiento (Contreras 2009). De esta manera en la temperatura de refrigeración usada en el estudio (7°C) se ocasiona una pérdida de humedad mayor debido a la evaporación del agua libre presente en el alimento, dicha pérdida de agua depende de la humedad relativa del sistema. (Tucker 2008). Otra razón de la pérdida de humedad en el tiempo del bollo dulce de maíz se debe

a que el empaque (hoja de maíz) es permeable, permitiendo la salida del agua del producto hacia el exterior bajo estas condiciones de almacenamiento. La muestra con conservante que mayor cantidad de agua perdió durante los 10 días fue la adicionada con sorbato a temperatura de refrigeración y la muestra adicionada con nisina a temperatura ambiente (figura 7), por otro lado la muestra que menos perdió fue la adicionada con natamicina a temperatura de refrigeración (figura 7). Esta pérdida de humedad presentada fue similar a la encontrada en estudios de humedad realizados a tortillas de maíz por Contreras (2009), en la que se encontró una pérdida de humedad del producto que iba de 41.08 hasta 38.49% de humedad en el producto almacenado por 24 horas, la cual está influenciada por la temperatura, tiempo de cocción del producto y capacidad de absorción y retención de humedad.

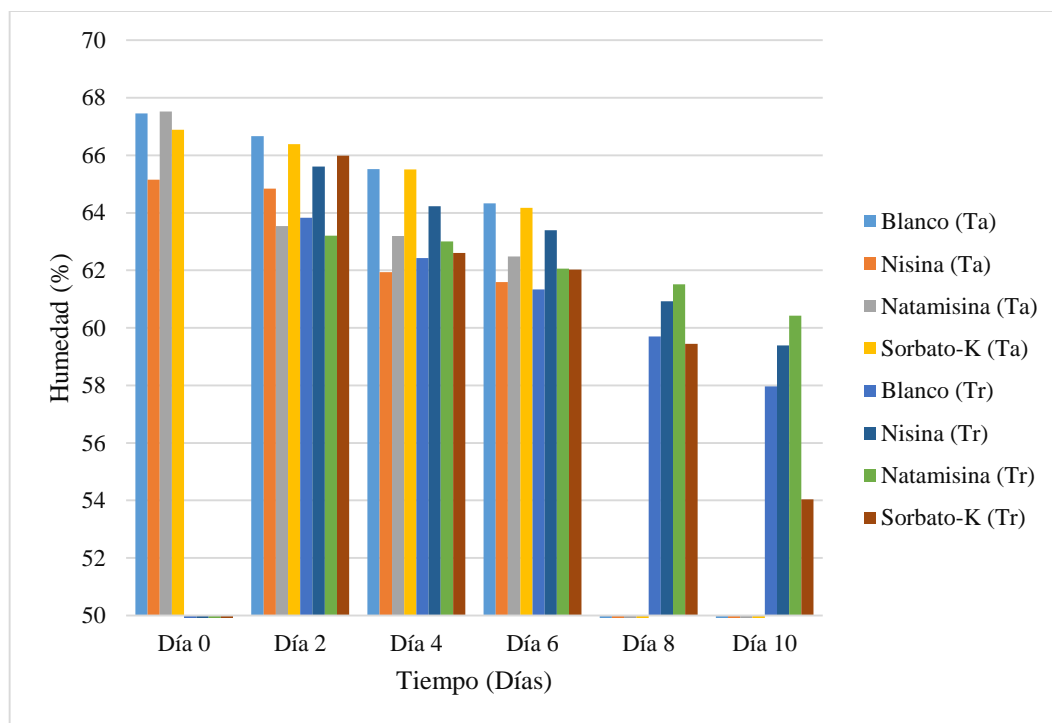


Figura 7. Valores promedio de la humedad del bollo dulce con respecto al tiempo (días) a temperatura ambiente (Ta) y de refrigeración (Tr) con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio)

En la tabla 10 se evidencia que para la variable humedad en los días 0, 8 y 10 a temperatura ambiente y en temperatura de refrigeración las muestras con conservantes en estudio no difieren significativamente entre sí ($p < 0.05$) y la reducción de humedad tomo valores entre 67% y 64%, En los días 2, 4 y 6 tampoco se presentó diferencia significativa entre los tratamientos para esta prueba y se encontraron porcentajes de reducción de la humedad que iban de 65.25% a 62.27%.

Tabla 9. Humedad de los días 2, 4 y 6 con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio) a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración

Conservantes	Día 2	Día 4	Día 6
	Temp. Amb	Temp. Amb	Temp. Amb
Blanco	65,2501 ^a	63,9743a	62,8296a
Nisina	65,2248 ^a	63,0795a	62,4926a
Natamicina	63,3698 ^a	63,1018a	62,2713a
Sorbato de Potasio	66,1835 ^a	64,0546a	63,0998a
* Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas ($p \leq 0.05$).			

Tabla 10. Humedad de los días 0, 8 y 10 con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio) a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración

Conservantes	Día 0	Día 8	Día 10
	Temp. Amb	Temp. Ref	Temp. Ref
Blanco	67,4566a	59,704a	57,9673a
Nisina	65,1496a	60,926a	59,3923a
Natamicina	67,5160a	61,5103a	60,4256a
Sorbato de Potasio	66,8840a	59,447a	54,0413a
* Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas ($p \leq 0.05$).			

5.3.4. Análisis sensorial

El análisis de varianza para los datos obtenidos en la prueba sensorial no mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$) para los perfiles sensoriales asociados a la apariencia y el color, en los días 0, 2 y 10; pero sí se presentan diferencias en los tiempos 4, 6 y 8 días. Es decir, a medida que pasaban los días, los catadores percibían cambios en el color y apariencia del alimento (Anexos V, W, X, Y, Z, AA, AB, AC, AD, AE)

Tabla 11. Atributos sensoriales, apariencia (AP), color (CO), olor (OL), textura (TE), y sabor (SA) para el bollo dulce en los días 0, 2 y 4, con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio)

TTOS	Día 0					Día 2					Día 4				
	AP	CO	OL	TE	SA	AP	CO	OL	TE	SA	AP	CO	OL	TE	SA
1	6,4a	7,1a	6,8a	6,2a	6,1a	6,8a	7,4a	7,1a	6,7a	6,2a	3,8e	4,9c	2,3d	1,1d	1,0e
2	6,4a	6,7a	6,5a	6,0a	6,6a	6,6a	7,2a	6,3ab	6,3ac	5,9ab	5,8cd	5,8b	5,2c	5,4c	5,0cd
3	6,4a	6,6a	6,5a	5,9a	6,0a	6,4a	6,8a	5,8b	5,6ad	5,4ab	5,6d	6,3ab	4,8c	5,4c	4,6d
4	6,8a	7,1a	6,6a	6,4a	6,3a	7,0a	7,1a	6,2ab	6,5ab	6,1ab	5,7d	6,4ab	5,9bc	5,8bc	5,0cd
5	-					6,5a	7,1a	6,0ab	5,1cd	4,9b	6,2bcd	6,7ab	6,6ab	6,0bc	6,0bc
6	-					6,4a	6,7a	6,4ab	4,7d	5,3ab	6,8ac	7,1a	6,7ab	6,7ab	7,1ab
7	-					6,5a	7,0a	5,9b	5,2bcd	5,5ab	7,2ab	6,9a	6,9ab	6,9 ^a	7,3a
8	-					6,6a	7,0a	6,1ab	5,9ad	6,0ab	7,3a	7,1a	7,1a	7,3 ^a	7,4a

* Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Tabla 12. Atributos sensoriales, apariencia (AP), color (CO), olor (OL), textura (TE), y sabor (SA) del bollo dulce en los días 6, 8 y 10, con los conservantes naturales (nisina, natamicina y sorbato de potasio)

TTOS	Día 6					Día 8					Día 10				
	AP	CO	OL	TE	SA	AP	CO	OL	TE	SA	AP	CO	OL	TE	SA
1	1,0d	1,0c	1,0c	1,0b	1,0c	-	-	-	-	-		-	-	-	-
2	5,4c	5,5b	2,7b	1,0b	1,0c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	5,4bc	5,6ab	3,6b	1,0b	1,0c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	5,4bc	6,2ab	3,6b	1,0b	1,0c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	6,4ab	6,5ab	6,4a	6,2a	5,8ab	4,9b	5,7b	5,3b	3,7b	4,0b	5,6a	6,4a	3,4b	4,0a	4,4b
6	6,1ac	6,5a	6,1a	6,1a	5,6b	6,5a	6,6a	6,1ab	6,6a	6,6a	5,2a	5,8a	6,1a	4,4a	5,1ab
7	6,6a	6,6a	6,4a	6,9a	6,6a	6,3a	6,5ab	6,1ab	6,6a	6,1a	5,7a	5,9a	6,1a	4,7a	5,7 ^a
8	6,3ac	6,3ab	6,2a	6,3a	6,1ab	6,1a	6,1ab	6,5a	6,3a	6,4a	5,5a	5,9a	5,4a	4,1a	4,6ab

* Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

En la tabla 11 se puede observar que en los atributos olor y sabor el análisis estadístico reveló que los catadores percibieron diferencias significativas con respecto a los días de evaluación, exceptuando el día 0 en donde el olor no presentó diferencia significativa y se dio la mayor puntuación de la escala para todos los atributos, luego dicho puntaje fue disminuyendo en el tiempo. Dicha disminución pudo tener relación con la fermentación ácido láctica que es causada por la acción microbiana (Álvarez 2014).

En cuanto a la textura, en los días 0 y 10 los tratamientos no difieren significativamente y en los días 2, 4, 6 y 8 si se presentan diferencias ($p < 0.05$). Lo cual quiere decir que los catadores detectaron diferencias en cuanto la textura del producto, hecho que pudo estar relacionado con la pérdida de agua que sufre el producto a la temperatura de refrigeración durante el tiempo de almacenamiento, esta deshidratación desfavorece las características sensoriales del producto principalmente su textura pero tiende a disminuir su calidad textural. Este resultado concuerda con lo encontrado por Álvarez (2014) en bollo limpio de maíz, que sufrió pérdida de agua en el tiempo a temperatura de refrigeración (10°C), dado a que es empacado en hoja de bijao la cual es permeable haciendo posible la salida del agua al medio.

A temperatura ambiente el tratamiento que mayor aceptación tuvo en el tiempo fue el adicionado con sorbato de potasio, el cual mantuvo mayor puntuación en comparación a los demás hasta el último día de evaluación, seguidos del tratamiento sin conservante. A los 2 días de conservación fue donde mayor puntaje de aceptación se obtuvo en comparación al día 4 en donde los puntajes obtenidos demostraron indiferencia del consumidor hacia el producto. Para el día 6, el producto recibió la puntuación por debajo de 5, que equivale en la escala hedónica a la afirmación “Ni me gusta ni me disgusta”. En las evaluaciones sensoriales se determina el rechazo del producto al verificar que el 70 % de los catadores califica el producto con puntuaciones inferiores a 5. (Chaib 1983) El producto en el día 6, a temperatura ambiente, fue rechazado para todos los atributos sensoriales.

Por otro lado, a temperatura de refrigeración se tiene que los tratamientos desde un principio son aceptados por los consumidores en todos sus atributos, disminuyendo ese puntaje de aceptación hasta el día 10. El primer tratamiento rechazado es el bollo dulce

de maíz sin conservantes a los 8 días, principalmente por el desagrado de su olor; también se identifica que para los 10 días de conservación el tratamiento que mejor aceptación presentó fue el bollo con natamicina, principalmente por su alta puntuación en el olor, el cual es considerado como atributo fundamental para la aceptación y rechazo de un producto alimenticio (Hernández 2005)

6. CONCLUSIONES

- La evaluación higiénico – sanitaria evidenció que los pequeños productores de bollo dulce de maíz en el corregimiento de Martínez (Cereté – Córdoba) cuentan con precarias condiciones físicas para la manipulación adecuada de alimentos, tales como defectos o inexistencia de pisos, techos, paredes, instalaciones eléctricas, acueducto, materiales y sobretodo equipos con poca capacidad y bajo desarrollo tecnológico; lo cual tiene efectos directos en la calidad microbiológica y fisicoquímica, así como también en el tiempo de vida útil del producto final. Se evidencia la falta de acompañamiento estatal en cuanto al apoyo en subsidios y capacitaciones que permitan su mejoramiento continuo para evitar que esta importante tradición cultural y ancestral desaparezca.
- La capacitación en los pequeños productores de bollo dulce de maíz, fue una gran oportunidad para ampliar sus conocimientos, impulsar la competitividad entre ellos y generar cambios positivos con la aplicación de Buenas prácticas de Manufactura en toda su producción.
- El bollo dulce de maíz sin conservante, tal y como se produce en el corregimiento de Martínez (Cereté, Córdoba), mantiene sus características organolépticas y fisicoquímicas hasta por dos días a temperatura ambiente, mientras que adicionado con sorbato de potasio bajo estas mismas condiciones de almacenamiento alcanza cuatro días de conservación. Por otro lado, a temperatura de refrigeración sin conservante alcanza los ocho días de conservación y hasta diez días con la adición de natamicina.
- La adición de nisina no logró conservar el producto por un tiempo de vida útil prolongado, por lo que este aditivo no es muy efectivo para este tipo de alimento, lo cual se debe a su baja acción inhibitoria de hongos y levaduras, asimismo como de bacterias Gram negativas, las cuales pudieron estar presentes en el producto deteriorado en los días de evaluación.

7. RECOMENDACIONES

- Crear y acondicionar en el corregimiento de Martínez (Cereté-Córdoba) un escenario físico como planta productora de bollo dulce de maíz que cuente con equipos de mayor capacidad de producción, mejor nivel tecnológico y menores pérdidas de energía y materia prima, que cumplan con los requisitos y condiciones higiénico – sanitarias propias de una planta procesadora de alimentos.
- Evaluar periódicamente la implementación de buenas prácticas de manufactura, conservación de alimentos y manejo administrativo de pequeños negocios de los conocimientos adquiridos, teniendo en cuenta su importancia en todo el proceso de elaboración y la identificación de Puntos Críticos de Control (PCC).
- Realizar un estudio microbiológico a los productores de bollo dulce, los equipos, materiales de proceso y al producto final, que permitan establecer resultados específicos para controlar y generar parámetros de calidad desde el cultivo hasta la mesa.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, B. 2014. Evaluación de procesos tecnológicos para contribuir a la competitividad de los alimentos autóctonos producidos en el bajo Sinú. Tesis de Máster en Ciencias Agroalimentarias con énfasis en Ciencias de los alimentos. Universidad de Córdoba. Berástegui. Colombia.

Álvarez, L.; Blanco, A. 2014. Evaluación de las condiciones de operación en un bio-reactor para la producción de nisina. (En línea). Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín – Colombia. Visto y encontrado en: <http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/2223/1/Evaluaci%C3%B2n%20de%20las%20condiciones%20de%20operaci%C3%B2n%20un%20bio-reactor.pdf>. Fecha de Acceso: 15 de Junio (2015)

Aroca, E. 2010. “Estudio del sorbato de potasio en la vida útil de mermelada de zanahoria (*Daucus carota*) con adición de coco (*Cocos nucifera*)”. (En línea). Universidad Técnica De Ambato. Ecuador. Visto y encontrado en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/863/AL429%20Ref.%203275.pdf?sequence=1> Fecha de acceso: 22 de agosto de 2015

Asaduzzaman, S Y.; Kenji, S. 2009. Lantibiotics: Diverse activities and unique modes of action, J Biosci Bioeng 107(5):475-87

Bristhar Laboratorios. 2010. Aditivos alimenticios. Sorbato de potasio. (En línea). Visto y encontrado: <http://www.bristhar.com.ve/sorbato.html>. Fecha de acceso: 15 de Junio (2015)

Calvo, D. 2011. Centro nacional de información de ciencias médicas. La natamicina. (En línea). La Habana – Cuba. Visto y encontrado en: <http://fnmedicamentos.sld.cu/index.php?P=FullRecord&ID=797>. Fecha de Acceso: 25 de Octubre (2015)

Castro, G.; Valbuena, E.; Briñez, W.; Sánchez, E.; Vera, H.; Tovar, A. 2009. Comparación del empleo de nisina y cultivos de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* para la biopreservación de queso blanco. Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. Visto y encontrado en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-22592009000200015&script=sci_arttext Fecha de Acceso: 25 de Octubre (2015)

Chaib, M. 1983. Métodos para avaliação sensorial dos alimentos. 4ta Edición. Compinas Unicamp. Pág. 62.

Comisión nacional de alimentos. 2008. Uso del aditivo alimentario de la natamicina. (En línea). Danisco Argentina S.A. Visto y encontrado en: http://www.conal.gob.ar/Expedientes/Exp_2110_7588_09_6/7588_09_6_p001.pdf. Fecha de Acceso: 25 de Octubre (2015)

Contreras, B. 2009. Caracterización de harina de maíz instantánea obtenida por calentamiento óhmico, maestro en tecnología avanzada, Instituto politécnico nacional, Querétaro, Qro.

Corpas, E.; Tapasco, O. 2012. Evaluación de mohos en arepas refrigeradas utilizando diferentes conservantes. (En línea). Instituto de investigación en Microbiología y Biotecnología Agroindustrial. Universidad Católica de Manizales. Manizales ñ Colombia. Visto y encontrado en: http://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Corpas_Iguaran/publication/267211348_Evaluacin_de_mohos_en_arepas_refrigeradas_utilizando_diferentes_conservantes/links/5447d6fd0cf2d62c3051c647.pdf. Fecha de acceso: 02 de Octubre (2015).

EFSA. 2006. Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. “Opinión del Panel sobre aditivos alimentarios, aromatizantes, coadyuvantes alimentarios y materiales de contacto de la EFSA, sobre el uso de la nisina (E 234) como aditivo alimentario”, (En línea), Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria, actualización: 26/03/2010. Visto y encontrado en:

<http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/es/dir3162/doc11593.html>. Fecha de acceso 07 de Octubre de (2015)

FAO. 2000. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comité del Codex sobre aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos. (En línea). Roma. Visto y encontrado en: ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCFAC/ccfac32/fa00_05s.pdf. Fecha de Acceso: 15 de Junio (2015)

FENALCE. 2015. Federación Nacional de Cereales. Área, producción y rendimiento de cereales y leguminosas. (En línea). Visto y encontrado en: <http://www.fenalce.org/nueva/pg.php?pa=19&d=Estadisticas%20Fenalce>. Fecha de Acceso: 25 de Octubre (2015).

Gavilán, A. 2012. Seguridad alimentaria y nutrición: actualidad y nuevos enfoques. (En línea) Universidad Santiago de Compostela. Coruña – España. Vito y encontrado en: [http://www.lhica.org/archivos/docs/120718Aditivos%20y%20seguridad%20alimentariaUSC-AFCA\[1\].pdf](http://www.lhica.org/archivos/docs/120718Aditivos%20y%20seguridad%20alimentariaUSC-AFCA[1].pdf) Fecha de acceso: 05 de Octubre (2015)

Guerra, N.; Torrado, A.; López, C.; Fajardo, P.; Pastrana, L. 2007. Dynamic mathematical models to describe the growth and nisin production by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* CECT 539 in both batch and re-alkalized fed-batch cultures. *Journal of Food Engineering* 82 (2), 103–113. Visto y encontrado en: http://cvc.cervantes.es/lengua/thesaurus/pdf/19/TH_19_001_043_0.pdf. Fecha de Acceso: 15 de Junio (2015)

Hernández, E. 2005, Evaluación sensorial, Universidad nacional abierta y a distancia (UNAD), Bogotá D.C. Pág. 13-14.

Herman, C.; Garro, O. 2006. Efecto de la temperatura de esterilización de la nisina en su actividad sobre *Lactobacillus fructivorans*. (En línea). Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones científicas y Tecnológicas. Chaco – Argentina. Visto y encontrado en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt2006/08-Exactas/2006-E-059.pdf> Fecha de acceso 07 de Octubre de 2015

Jay, J. 2000. Microbiología Moderna de los Alimentos, Editorial Acribia, España. Pág. 115.

Ministerio de Salud. Resolución 2606 de 2009. Aditivos alimentarios. Pág. 7. Bogotá. Colombia.

Ministerio de Salud. Resolución 2674 de 2013. Requisitos sanitarios para la manipulación de alimentos. Pág. 7 – 20. Bogotá. Colombia.

Ministerio de Salud. Resolución 4125 de 1991 anexo 4.61. Conservantes usados en alimentos. Pág. 1 - 3. Bogotá. Colombia.

Miramont, S. 2012. Recubrimientos elaborados a partir de biopolímeros para el soporte de sustancias con actividad antimicrobiana: carvacrol y sorbatos. (En línea). Universidad tecnológica nacional. Buenos Aires – Argentina. Visto y encontrado en: <http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/tesis/MTA-2012-Sofia%20Miramont.pdf> . Fecha de acceso: 05 de Octubre (2015)

Montes, J.; Rodríguez, M. 1975. El maíz en el habla y la cultura popular de Colombia. (En línea). Instituto Caro y Cuervo XXXIII. Capítulo IV. Pág. 124. Visto y encontrado en: http://www.lenguasdecolombia.gov.co/sites/lenguasdecolombia.gov.co/files/maiz_0.pdf . Fecha de acceso: 21 de Marzo (2016)

NTC, 5372, Norma Técnica Colombiana sobre arepas de maíz refrigeradas. Bogotá – Colombia. Pág.: 4-6.

Rodríguez, J. 2007. Guía de elaboración de diagnóstico. (En Línea). Visto y encontrado en: <http://www.cauqueva.org.ar/archivos/gu%C3%ADa-de-diagn%C3%B3stico.pdf> . Fecha de acceso: 22 de agosto (2014)

Rodríguez, M.; Espisona, E.; Menjivar, E. 2012. Manipulación de alimentos, guía didáctica para personal técnico. (En línea). Ministerio de salud. El Salvador. Visto y encontrado en:

http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/alimentos/alimentos_guia_para_tecnicos.pdf

Fecha de Acceso: 15 de Junio (2015)

Ryu, D.; Holt, D. 1993. “Growth inhibition of *Penicillium expansum* by several commonly used food ingredients”. *Journal of Food Protection* 56: 862-867.

Salvador, R. 2001. Maíz. (En línea). Universidad Autónoma Chapingo. Programa Nacional de Etnobotánica. Ed. 15. Chapingo – México. Visto y encontrado en: <http://www.chapingo.mx/bagebage/08.pdf>. Fecha de acceso: 21 de Marzo (2016)

San Lucas, C. 2012. Uso de natamicina en Pan de Molde sin Corteza para Aumentar el Tiempo de Vida Útil. (En línea). Fecha de acceso: 22 de agosto de 2014. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/20712/2/Informe%20Trabajo%20Profesional%20Carlos%20Humberto%20San%20Lucas%20S%C3%A1nchez.pdf>

Sierra, L. 2012. Evaluación de la preservación de extractos líquidos de café mediante el uso de bacteriocina (nisina) y la aplicación de microondas. (En línea). Universidad Nacional. Antioquia – Colombia. Visto y encontrado en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/6778/1/43973871.2012.pdf> Fecha de acceso: 05 de Octubre (2015)

Simova, E.; Beshkova, D.; Najdensk, I.; Frengova, G.; Simov, Z.; Tsvetkova, I. 2006. Antimicrobial producing lactic acid bacteria isolated from traditional Bulgarian milk products: Inhibitory properties and in situ bacteriocinogenic activity, *Proceedings of the IUFOST, 13th World Congress Food Sci Technol “Food is life”*, volume (106):697 -701

Torrenegra, M.; Granados, C.; Acevedo, D. 2013. Caracterización del proceso de elaboración del bollo limpio y de mazorca en Villanueva – Bolívar, Colombia. (En línea). Revista Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial. Vol. 11. No. 2. Pág. 150. Visto y encontrado en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a17.pdf>. Fecha de Acceso: 15 de Junio (2015)

Toscano, H.; González, A. 2014. Diagnostico higiénico – sanitario en las queseras de San Anterito – Montería y evaluación del proceso de producción del queso costeño. Tesis Ingeniero de Alimentos. Pág. 40. Universidad de Córdoba. Programa Ingeniería de Alimentos. Berástegui – Córdoba.

Tucker, G. 2008. Food Biodeterioration and Preservation. Blackwell Publishing Ltd. Oxford. Pág. 81.

Ustarroz, F.; Saavedra, A.; Errasquin, L.; Bragachini, M.; Casini, C.; Méndez, J. 2010. (En línea). Proyecto de Eficiencia de Cosecha, Postcosecha e Industrialización de los granos. Precop II. Ministerio de Agricultura, ganadería y pesca. Ed. No. 54. Visto y encontrado en: <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/folletos/FolletoMaizConValorAgregado.pdf> Fecha de acceso: 20 de Marzo (2016)

ANEXOS

ANEXO A. Formato de diagnóstico higiénico – sanitario. Adaptado al decreto 3075 de 1997

IDENTIFICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO	
Estado	
Municipio	
Razón Social del establecimiento	
Tipo de Administración	Municipal () Concesión () Privado () Otro
DATOS DE LA VISITA	
Hora y Fecha	
Teléfono	
Dirección	
Persona encargada	
¿Cuenta con aviso de funcionamiento? (incluir fecha de expedición del aviso)	

GENERALIDADES	SI/NO	COMENTARIOS
Instalaciones cercadas en la periferia		
Características del acceso al rastro o matadero		
PROGRAMAS	SI/NO	COMENTARIOS
Control de Fauna Nociva		
Presencia de insectos y roedores		
Limpieza y desinfección		
Estudio Bacteriológico del agua		
Estudio físico-químico del agua		
BPM del personal		
Programas de Capacitación de personal		
Sanitación pre-operacional, operacional, acciones correctivas y preventivas		
Control sobre los productos procesados		
PERSONAL	SI/NO	COMENTARIOS
Administrador		
Número total de personal operativo		
Uniforme (claro y limpio)		
Indumentaria adecuada		
Exámenes Médicos		
Prácticas personales de higiene		

EVALUCACIÓN BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA		
Adaptado al decreto 3075 de 1997		
Lugar:	Elaboró:	Fecha:
ASPECTO A CALIFICAR	PUNTA CIÓN	OBSERVACIÓN
1. INSTALACIONES FISICAS		
1.1 la planta está ubicada en un lugar alejado de focos de insalubridad o contaminación		
1.2 la construcción es resistente al medio ambiente y aprueba de roedores		
1.3 El acceso a la planta es independiente de casa de habitación.		
1.4 La planta presenta aislamiento y protección contra el libre acceso de animales o personas		
1.5 Las áreas de la fábrica están totalmente separadas de cualquier tipo de vivienda y no son utilizadas como dormitorios.		
1.6 El funcionamiento de la planta no pone en riesgo la salud y bienestar de la comunidad		
1.7 Los accesos y alrededores de la planta se encuentran limpios, de materiales adecuados y en buen estado de mantenimiento		
1.8 Se controla el crecimiento de malezas alrededor de la construcción		
1.9 Los alrededores están libres de agua estancadas		
1.10 Los alrededores están libre de basura y objetos en desuso		
1.11 Las puertas, ventanas y claraboyas están protegidas para evitar entrada de polvo lluvia e ingreso de plagas		
2. INSTALACIONES SANITARIAS		
2.1 Existen servicios sanitarios dotados con los elementos para higiene personal (jabón líquido, toallas desechables, papel higiénico, caneca con tapa etc.)		
3. PERSONAL MANIPULADOR DE ALIMENTOS		
3.1. PRACTICAS HIGIENICAS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN		
3.1.1 los manipuladores utilizan uniforme adecuado limpio y calzado cerrado		
3.1.2 Las manos se encuentran limpias, sin joyas, uñas cortas y sin esmalte		
3.1.3 Los empleados que están en contacto		


directo con el producto no presentan afecciones en la piel		
3.1.4 El personal manipulador utiliza mallas para recubrir cabello y tapabocas de forma permanente		
3.1.5 Los empleados no comen ni fuman en áreas de proceso		
3.1.6 Los manipuladores evitan practicas antihigiénicas como rascarse, toser, escupir etc.		
3.1.7 Los manipuladores se lavan y desinfectan las manos hasta el codo cada vez que sea posible o necesario		

3.2 EDUCACION Y CAPACITACION		
3.2.1 Los manipuladores han recibido capacitaciones en relación a las buenas prácticas de manufactura		
3.2.2 conocen y cumplen los manipuladores las practicas higiénicas		
4. CONDICIONES DE SANEAMIENTO		
4.1. MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS (BASURAS)		
4.1.1 existen suficientes, adecuados, bien ubicados e identificados recipientes para la recolección interna de los residuos sólidos o basuras		
4.1.2 son removidas las basuras con la frecuencia necesaria para evitar generación de olores, contaminación del producto y proliferación de plagas		
4.1.3 después de desocupados los recipientes se lavan y desinfectan antes de ser colocados en el sitio respectivo		
4.2. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN		
4.2.1 existen procedimientos escritos de limpieza y desinfección y se cumplen conforme a lo programado		
4.2.2 se tienen claramente definidos los productos utilizados, fichas técnicas, concentraciones, modo de preparación, empleo y		
4.2.3. Los productos utilizados se almacenan en un sitio ventilado, identificado. Protegido y se encuentra rotulado, organizado y clasificado		
4.3. CONTROL DE PLAGAS		
4.3.1 existen procedimientos de control integrado de plagas		

4.3.2 no hay evidencia o huellas de la presencia o daños de plagas		
5. CONDICIONES DE PROCESO Y		
5.1. EQUIPOS Y UTENSILIOS		
5.1.1 los equipos y superficies en contacto con el alimento están fabricados con materiales inertes, resistentes a la corrosión y son fáciles de limpiar y		
5.1.2 los equipos y utensilios se encuentran limpios y en buen estado		
5.1.3 los recipientes para la recolección de basuras se encuentran identificados y en buen estado		
5.2. HIGIENE LOCATIVA DE AREA DE		
5.2.1 el área de proceso se encuentra alejada de focos de contaminación		
5.2.2 las paredes se encuentran limpias y en buen		
5.2.3 el techo es de fácil limpieza y se encuentra limpio		
5.2.4 las ventanas, puertas y cortinas se encuentran limpias, en buen estado, libres de corrosión o moho		
5.2.5 los pisos se encuentran limpios, en buen estado, sin grietas, perforaciones o roturas		
5.2.6 en pisos, paredes y techos no hay signos de filtración o humedad		
5.2.7 la temperatura ambiental y ventilación de la sala de proceso es adecuada y no afecta la calidad del producto ni la comodidad de los operarios		
5.2.8 la planta de producción se encuentra con adecuada iluminación natural o artificial		
5.2.9 la planta de producción se encuentra limpia y ordenada		
5.3. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS		
5.3.1. las materias primas e insumos se almacenan en condiciones sanitarias adecuadas.		
5.4. ENVASES		
5.4.1 la envoltura o empaque de producto terminado se encuentran limpias y en buen estado		
5.5. OPERACIONES DE FABRICACION		
5.5.1 el proceso de fabricación del alimento se realiza en óptimas condiciones sanitarias que garantizan la		
5.6. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO		
5.6.1 el almacenamiento del producto terminado se realiza en un sitio que reúne requisitos sanitarios,		
5.6.2 el almacenamiento del producto terminado se realiza en condiciones adecuadas		
5.7. CONDICIONES DE TRANSPORTE		

5.7.1 las condiciones de transporte excluyen la posibilidad de contaminación y/o proliferación		
5.7.2 los vehículos se encuentran en adecuadas condiciones sanitarias, de aseo para el		
5.7.3 los productos dentro de los vehículos son transportados en recipientes o canastillas de		
PUNTAJE CUMPLIMIENTO		
PUNTAJE TOTAL		

ANEXO B. Formato de asistencia según el Sistema Integral de la Gestión de la Calidad
de la Universidad de Córdoba (SIGEC)

		UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA LISTADO DE ASISTENCIA				CÓDIGO: REC-016 VERSIÓN: 01 EMISIÓN: 01/11/2011 PÁGINA 1 de 1	
Fecha: Asunto:							

Nº	NOMBRES Y APELLIDOS	CÉDULA	CARGO/PROGRAMA ACADÉMICO/OFICINA	CELULAR/TELÉFONO	EMAIL	FIRMA
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

Si usted ha accedido a este formato a través de un medio diferente al sitio <http://web.www3.unicordoba.edu.co/es/calidad/documentos> asegúrese que ésta es la versión vigente

ANEXO C. Diagnóstico técnico e higiénico – sanitario



ANEXO D. Capacitación a productores de bollo dulce de maíz



ANEXO E. Elementos del kit de BPM



ANEXO F. Certificado de capacitaciones



**ANEXO G. Experimentación participativa con aditivos para mejorar la conservación del
bollo dulce de maíz**



ANEXO H. Formato de evaluación sensorial

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería de Alimentos

“Mejoramiento de la conservación del “Bollo dulce de maíz” producido en el corregimiento de Martínez
(Cereté – Córdoba)”

Nombre: _____ Fecha: _____

Edad: _____ Sexo: _____

A continuación encontrará 7 muestras de **bollo dulce de maíz**, por favor observe y pruebe cada una y asígnele una puntuación a cada atributo (apariencia, color, olor, textura al masticar y sabor) según la escala de abajo. El agua suministrada es para enjuagar su boca entre cada prueba.

1. Me disgusta extremadamente
2. Me disgusta mucho
3. Me disgusta moderadamente
4. Me disgusta levemente
5. No me gusta ni me disgusta
6. Me gusta levemente
7. Me gusta moderadamente
8. Me gusta mucho
9. Me gusta extremadamente

MUESTRA	APARIENCIA	COLOR	OLOR	TEXTURA	SABOR
9340					
6542					
8733					
4111					
6209					
7438					
5412					
0832					

Observaciones: _____

ANEXO I. Evaluación de pruebas fisicoquímicas y sensoriales en el bollo dulce de maíz



ANEXO J. p-valor para las pruebas de validación de pH ($\alpha = 0.05$)

Tiempo	0	2	4	6	8	10
Shapiro-Wilk Test	0,447	0,042	0,97	0,505	0,136	0,02
Bartlett Test	0,417	0,029	0,034	0,038	0,002	0,696

ANEXO K. p-valor para las pruebas de validación de Humedad ($\alpha = 0.05$)

Tiempo	0	2	4	6	8	10
Shapiro-Wilk Test	0,106	0,250	0,580	0,654	0,514	0,855
Bartlett Test	0,436	0,939	0,062	0,419	0,974	0,844

ANEXO L. p-valor para las pruebas de validación de Apariencia ($\alpha = 0.05$)

Tiempo	0	2	4	6	8	10
Shapiro-Wilk Test	0,020	0,000	0,0005	0,001	0,133	0,055
Bartlett Test	0,604	0,474	0,006	0,000	0,986	0,349

ANEXO M. p-valor para las pruebas de validación de Color ($\alpha = 0.05$)

Tiempo	0	2	4	6	8	10
Shapiro-Wilk Test	0,026	0,000	0,401	0,001	0,389	0,002
Bartlett Test	0,920	0,384	0,009	0,000	0,641	0,563

ANEXO N. p-valor para las pruebas de validación de Olor ($\alpha = 0.05$)

Tiempo	0	2	4	6	8	10
Shapiro-Wilk Test	0,0004	0,014	0,521	0,076	0,348	0,259
Bartlett Test	0,731	0,508	0,003	0,000	0,526	0,140

ANEXO Ñ. p-valor para las pruebas de validación de Textura ($\alpha = 0.05$)

Tiempo	0	2	4	6	8	10
Shapiro-Wilk Test	0,490	0,361	0,003	0,000	0,066	0,554
Bartlett Test	0,814	0,206	0,000	0,000	0,657	0,624

ANEXO O. p-valor para las pruebas de validación de Sabor ($\alpha = 0.05$)

Tiempo	0	2	4	6	8	10
Shapiro-Wilk Test	0,100	0,895	0,090	0,015	0,514	0,858
Bartlett Test	0,795	0,702	0,000	0,000	0,655	0,781

ANEXO P. Anova de cuadrados medios de pH, para los tiempos 2, 4 y 6

FV	GL	Tiempo 2		Tiempo 4		Tiempo 6	
Temperatura	1	0,132	***	8,700	**	16,817	**
Error a	4	0,001		0,160		0,015	
Conservantes	3	0,045	*	0,102	NS	0,147	*
T*Cons	3	0,049	*	0,631	***	0,483	***
Error b	12	0,010		0,051		0,035	

ANEXO Q. Anova de cuadrados medios de pH, para los tiempos 0, 8 y 10

FV	GL	Tiempo 0		Tiempo 8		Tiempo 10	
Conservantes	1	0,049	NS	0,066	NS	0,60602	**
Error	10	0,007		0,097		0,053	

ANEXO R. Anova de cuadrados medios de acidez para los tratamientos de temperatura ambiente

Temperatura ambiente									
FV	GL	Tiempo 0		Tiempo 2		Tiempo 4		Tiempo 6	
Conservante	3	0,0024	NS	0,0024	NS	0,0227	NS	0,0261	NS
Residual	8	0,002		0,006		0,0121		0,0114	

ANEXO S. Anova de cuadrados medios de acidez para los tratamientos de temperatura de refrigeración

Temperatura de refrigeración											
FV	GL	Tiempo 2		Tiempo 4		Tiempo 6		Tiempo 8		Tiempo 10	
Conservante	3	0,0009	NS	0,0042	NS	0,0122	*	0,0008	NS	0,0006	NS
Residual	8	0,00135		0,0033		0,0028		0,0021		0,0021	

ANEXO T. Anova de cuadrados medios de humedad, para los tiempos 2, 4 y 6

FV	GL	Tiempo 2		Tiempo 4		Tiempo 6	
Temperatura	1	2,9681	NS	5,7252	NS	5,321	NS
Error a	4	5,9717		4,7027		3,006	
Conservantes	3	8,3421	NS	1,7139	NS	0,801	NS
T*Cons	3	3,4777	NS	9,7718	NS	6,703	NS
Error b	12	2,4342		5,0169		2,097	

ANEXO U. Anova de cuadrados medios de humedad, para los tiempos 0, 8 y 10

FV	GL	Tiempo 0	Tiempo 8	Tiempo 10
Conservantes	1	0,063	0,005	7,317
Error	10	5,368	1,709	8,211

ANEXO V. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Apariencia para los tiempos 2, 4 y 6

FV	GL	Tiempo 2	Tiempo 4	Tiempo 6
Tratamiento	7	1,1338	38,7405	99,1375
Catador	29	8,1995	6,0322	8,2513
Residual	203	1,5774	1,9560	1,5784

ANEXO W. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Apariencia para los tiempos 0, 8 y 10

FV	GL	Tiempo 0	Tiempo 8	Tiempo 10
Tratamiento	3	1,0778	16,0306	1,8306
Catador	29	4,0851	2,5014	7,0256
Residual	87	1,3824	2,0018	1,8018

ANEXO X. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Color para los tiempos 2, 4 y 6

FV	GL	Tiempo 2	Tiempo 4	Tiempo 6
Tratamiento	7	1,2994	16,3756	105,2929
Catador	29	8,6996	7,4490	8,5810
Residual	203	1,0014	1,2746	1,6648

ANEXO Y. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Color para los tiempos 0, 8 y 10

FV	GL	Tiempo 0	Tiempo 8	Tiempo 10
Tratamiento	3	1,9333	5,6222	2,0778
Catador	29	3,1310	2,6368	8,0851
Residual	87	0,8069	1,5418	0,9111

ANEXO Z. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Olor para los tiempos 2, 4 y 6

FV	GL	Tiempo 2	Tiempo 4	Tiempo 6
Tratamiento	7	4,604	75,167	128,712
Catador	29	6,865	4,402	7,931
Residual	203	1,9396	1,9966	1,690

ANEXO AA. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Olor para los tiempos 0, 8 y 10

FV	GL	Tiempo 0	Tiempo 8	Tiempo 10
Tratamiento	3	0,9000	8,1556	47,6750
Catador	29	4,9195	3,6034	3,7129
Residual	87	1,7448	2,7015	1,5198

ANEXO AB. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Textura para los tiempos 2, 4 y 6

FV	GL	Tiempo 2	Tiempo 4	Tiempo 6
Tratamiento	7	14,4994	111,2762	249,3613
Catador	29	5,0289	6,0839	2,7047
Residual	203	2,5967	1,4658	1,2394

ANEXO AC. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Textura
para los tiempos 0, 8 y 10

FV	GL	Tiempo 0	Tiempo 8	Tiempo 10
Tratamiento	3	1,5861	57,4889	2,8222
Catador	29	4,3394	3,3172	8,1621
Residual	87	2,8735	3,7762	3,0119

ANEXO AD. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Sabor para
los tiempos 2, 4 y 6

FV	GL	Tiempo 2	Tiempo 4	Tiempo 6
Tratamiento	7	6,6589	133,5238	220,4470
Catador	29	8,1095	6,5753	4,5093
Residual	203	2,6698	2,1654	1,5763

ANEXO AE. Anova de cuadrados medios para la prueba sensorial, atributo Sabor para
los tiempos 0, 8 y 10

FV	GL	Tiempo 0	Tiempo 8	Tiempo 10
Tratamiento	3	1,6667	42,4750	10,3417
Catador	29	4,8092	4,7601	6,4601
Residual	87	2,4943	2,8773	3,0141